

Tuomas Haukipuro

SUOTONAUHAPURISTIMEN LIETTEEN KÄSITTELYN TEHOSTAMINEN JA TOIMINTAVARMUUDEN PARANTAMINEN

SUOTONAUHAPURISTIMEN LIETTEEN KÄSITTELYN TEHOSTAMINEN JA TOIMINTAVARMUUDEN PARANTAMINEN

Tuomas Haukipuro
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Ruukki Metals Oy:n toimeksiannosta Raahen terästehtaalla kevään 2014 aikana. Työnohjaajina toimivat laboratorioinsinööri Heidi-Marja Liimatainen Oulun ammattikorkeakoulusta ja työelämäohjaajana kehitysinsinööri Markus Holappa Ruukki Metals Oy:stä sekä työnvalvojana tuotantopäällikkö Harri Kaisto. Haluan kiittää teitä erinomaisesta ohjauksesta ja tukemisesta sekä mielenkiintoisesta ja haastavasta aiheesta.

Suuret kiitokset kuuluvat myös teille, vesimiehet, mekaanisen- ja sähkökunnossapidon työntekijät, laboratorioesimies Tarja Hongell, mekaanisen kunnossapidon työnjohtaja Jukka Haaranen, kehitysinsinööri Kirsi Keski-Ruismäki, Valmet Fabrics Oy:n Rauno Nordfors sekä kaikille muille työssäni auttaneille. Ilman teitä insinöörityöni ei olisi valmistunut määräaikaan mennessä.

Erityiskiitokset haluan esittää vaimolleni Anniinalle sekä lapsilleni Aavalle, Valdolle ja Alvarille. Opiskeleminen työ- ja perhe-elämän keskellä on ollut aivan oma taiteenlajinsa. Olitte korvaamaton tuki opintojeni ja tämän insinöörityöni tekemisen aikana. Kiitos.

Raahessa 30.4.2014

Tuomas Haukipuro

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Tuomas Haukipuro

Opinnäytetyön nimi: Suotonauhapuristimen lietteen käsittelyn tehostaminen ja toimintavarmuuden parantaminen

Työn ohjaajat: Heidi-Marja Liimatainen, Markus Holappa

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2014

Sivumäärä: 45 + 1

Tämä opinnäytetyö on tehty Ruukki Metals Oy:n Raahen tehtaan kuumanauhavalssaamolle kevään 2014 aikana. Työn aihe tuli ajankohtaiseksi, kun huomattiin, että suotonauhapuristimen suotonauhat tukkeutuvat ajoittain. Työssä tutkittiin suotonauhapuristimen tehokkuuteen ja toimintavarmuuteen liittyviä asioita sekä annettiin kehitysehdotuksia löydettyihin epäkohtiin.

Työ tehtiin tutkimustyönä ja menetelminä käytettiin näyteanalyysia, kirjallisuuden tutkimista, tuotannon testauksia sekä Rautaruukin työntekijöiden haastatteluja. Näyteanalyysien avulla tutkittiin tervan ja öljyn määrää lietteissä. Tervan ja öljyn määrä vaihteli erityisesti terässulatolta tulevassa lietteessä. Työn aikana lietepumppujen ohjausmuutokset toteutettiin tasaisemman terva- ja öljypitoisuuden saamiseksi. Työssä tehtyjen muutosten tavoitteena on saada suotonauhojen vaihtomäärä noin 2 - 3 vaihtoon vuodessa. Suotonauhojen tukkeuttavat alkuaineet tutkittiin mattonäytteistä alkuaineanalyysi eli eds-spektrin avulla. Tukkeuttavat aineet ovat pääosin rauta, noin 70 % ja kalsium, noin 25 %. Toisen suotonauhapuristimen hankinta ei ole tarpeen nauhavalssaamalla.

Jatkokehityskohteita ovat muun muassa suotopatjasakeuttimen palauttaminen alkuperäiseen toimintakuntoon sekä kalkin syöttöongelmien poistaminen automaation avulla.

Asiasanat: liete, kuivaus, kalkki, suotokangas, teräs

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

Author: Tuomas Haukipuro

Title of thesis: Improving of slurry-processing performance and reliability of belt filter press

Supervisor(s): Markus Holappa, Heidi-Marja Liimatainen

Term and year of completion: Spring 2014

Number of pages: 46 + 1

This thesis was commissioned by the hot strip mill of Raahe Steel Works at Ruukki Metals Oy in the spring of 2014. The subject of the thesis became relevant when it was noticed that the infiltration tapes of the belt filter press became blocked from time to time. The thesis examined aspects related to the performance and the reliability of the belt filter press and the proposed ways to correct the discovered defects.

The thesis was conducted as a research project and the methods used included sample analysis, literature review, production tests and interviews with the employees of Rautaruukki. The sample analysis was utilized when studying the amount of tar and oil in the slurries. The amount of tar and oil varied especially in the slurry produced by the steel mill. During the thesis project, the control of the slurry pumps was adjusted in order to obtain a more uniform tar and oil content. The changes proposed in this thesis aim at reducing the number of infiltration tape replacements to 2–3 per year. An EDS spectrum analysis, i.e. an elemental analysis, was carried out to examine which elements blocked the infiltration tapes. According to the analysis, the elements that block the tapes are primarily iron (approx. 70 %) and calcium (approx. 25 %). Acquiring another belt filter press is not relevant for the strip mill.

Areas for further development include restoring the filter-bed thickener to its original functionality and using automation to eliminate lime-feeding problems.

Keywords: slurry, drying, calcium oxide, filter fabric, steel

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Rautaruukki Oyj	6
1.2 Kuumanauhavalssaamo	7
1.3 Nauhavalssaamon vesilaitos	9
2 MÄÄRITELMÄ	11
3 LIETTEEN KÄSITTELY	12
3.1 Lietteen käsittelyn vaihtoehtoja	12
3.2 Lietteen käsittely nauhavalssaamon vesilaitoksella	14
4 LIETTEEN KÄSITTELYN TOIMINTAYMPÄRISTÖ	22
4.1 Prosessin toimintatavat nykypäivänä	22
4.2 Lietteenkuivauksen ongelmakohdat ja työn rajaus	23
5 TUTKIMUKSET JA TULOKSET	24
5.1 Lietteiden näytteenotto ja analysointi	24
5.2 Lähtötilanne	26
5.3 Suotonauhojen testaussuunnitelma	28
5.4 Kalkkimaidon tulon varmistaminen prosessiin	32
5.5 Toimintavarmuuden varmistaminen ja seuranta	37
6 SUOSITUKSET JA JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	38
6.1 Suotonauhojen testaus ja vertailu	38
6.2 Kalkkimaidon ohjaus ja valmistaminen	39
6.3 Öljyn ja rasvan poistaminen	40
6.4 Lisäkapasiteetin tarve	41
6.5 Jatkokehitysmahdollisuudet	41
7 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	44
Lähtötietomuistio Liite 1	46

1 JOHDANTO

Rautaruukin Raahen terästehtaan kuumanauhavalssaamon vesilaitoksen lietteenkuivausprosessissa (suotonauhapuristin) esiintyy ajoittain suodatinkangasmattojen tukkeutumista. Prosessin työntekijöiden mukaan suodatinkankaat tukkeutuvat jopa kahden viikon kuluttua uuden suodatinkangasmaton asennuksesta, jolloin kuivatun lietteen kosteuspitoisuus nousee liiaksi ja kiintoaineiden poistokyky heikkenee oleellisesti. Ongelman oletetaan olevan suurin terässulatulon tulevan lietteen käsittelyssä.

Työssä selvitetään suotonauhapuristimen suorituskky ja siihen vaikuttavat tekijät. Työn tavoitteena on antaa suosituksia ja ehdotuksia nykyisen tilanteen parantamiseksi sekä kehittämiseksi, jotta kiintoaineen poistokyky saadaan aiempaa paremmaksi ja laitteen toimintakyky varmemmaksi.

Työ tehdään tutkimus- ja kehitystyönä. Pääasialliset menetelmät ovat käyttö- ja kunnossapitohenkilöiden haastattelut, kirjallisuustyö, näytteenotot eri tuotannonvaiheista sekä laboratoriotutkimukset.

1.1 Rautaruukki Oyj

Rautaruukki Oyj, jonka markkinointinimi on Ruukki, on erikoistunut teräsrakentamiseen ja teräkseen. Ruukki toimittaa asiakkailleen energiatehokkaita teräsratkaisuja. Ruukin pääpaino on kehittää teräksiä. Ruukilla on noin 8 600 työntekijää sekä laaja jakelu- ja jälleenmyyntiverkosto. Liikevaihto vuonna 2013 oli 2,4 miljardia euroa. (1.)

Ruukki on organisoitunut kolmeksi liiketoiminta-alueeksi: Ruukki Building Products on keskittynyt rakentamisen tuotteisiin, Ruukki Building Systems rakentamisen projekteihin ja Ruukki Metals teräsluiketoimintaan. (1.)

Ruukin tärkeimpinä päämäärinä on muun muassa keskittyä erikoisteräsluiketoiminnan ja rakentamisen kehittämiseen. Kasvua haetaan erityisesti erikoistumalla ja kehittyviltä markkinoilta. (2.)

1.2 Kuumanauhavalssaamo

Kuumanauhavalssaamo sisältää laitteet ja toiminnot aihoiden panostuksesta uuniin, aina teräskelojen varastointiin saakka. Kuumanauhavalssaamolla aihiot valssataan asiakkaan haluamiin mittoihin teräskeloiksi ja toimitetaan tarvittaessa jatkokäsittelyyn muille osastoille. Kuvassa 1 nähdään kuumanauhavalssausta Raahen terästehtaalla.



KUVA 1. Valssausta Raahen terästehtaalla

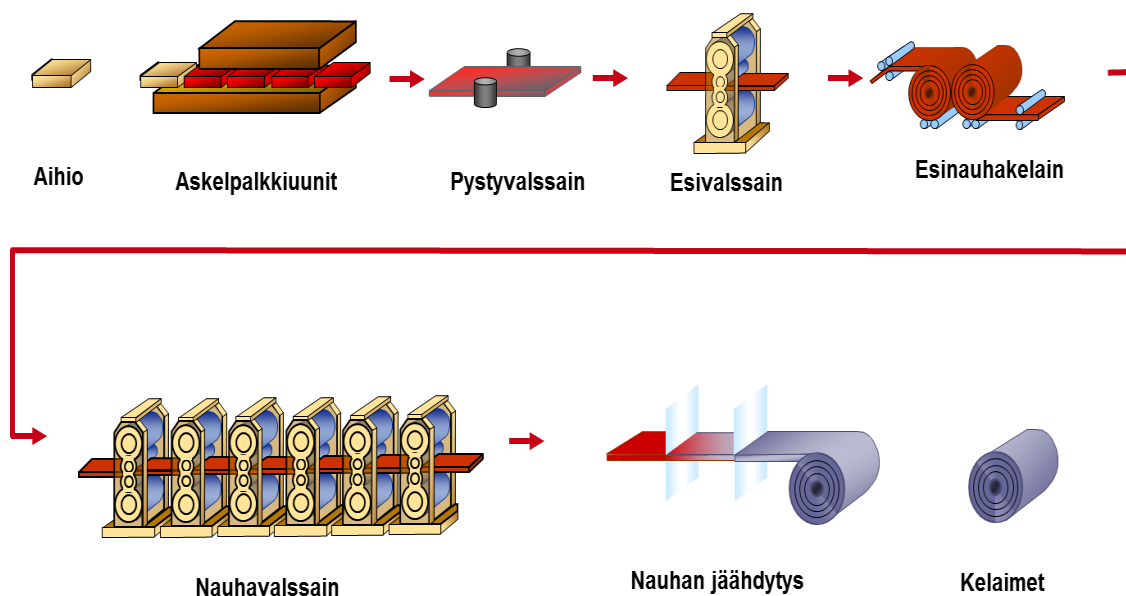
Terässulatolta tuleva aihio panostetaan tuotannonsuunnittelun määräämässä järjestyksessä kahteen askelpalkkiuuniin. Askelpalkkiuuneissa, joiden molempien tuotantokapasiteetti on 300 t/h ja maksimi ahiopituus 12 m, aihiot lämmitetään 1 200 - 1 250 °C:n laadun mukaisesti. Uunien ahiokohtainen lämmönsäätö ja aihoiden askellus uuneissa suoritetaan tietokoneohjatusti. (3, s. 5 - 6.)

Esivalssauksessa aihio valssataan 5 - 9 pistolla 28 - 45 mm paksuksi esinauhaksi ja pystyvalssilla samanaikaisesti lopulliseen asiakkaan haluamaan leveyteen. Esivalssattu esinauha ajetaan pääsääntöisesti esinauhakelaimen eli coil boxiin, lämmön säilymisen ja esinauhan pituuden vuoksi. Coil boxin ansiosta nauhalinjan tuotantokapasiteetti on korkeampi, johtuen suurempien ja painavampien aihoiden käytön mahdollistuessa, sekä nopeamman valssaustahdin mahdollistuessa. (3, s. 5 – 6; 17.)

Coil boxilta ylösalaisin kääntynyt esinauha ohjataan täysin automatisoituun nauhavalssaimiin. Nauha ohennetaan kuudella valssituolilla hallitusti tavoitepaksuuteen, joka tilauksesta riippuen on 1,5 - 20 mm ja valssataan haluttuun nauhan poikittaissuuntaiseen paksuusprofiliin sekä hyvään tasomaisuuteen. (3, s. 5 - 6.)

Nauhavalssauksen jälkeen nauha jäähdytetään hallitusti noin 600 °C:n, minkä jälkeen nauha kelataan toisella kelaimella maksimissaan noin 30 t painoiseksi kelaksi. Tarpeen mukaan teräsnauha voidaan jäähdyttää jopa 50 - 100 °C:n jäähdytysvyöhykkeellä. Tällaisia keloja kutsutaan suorasammutetuiksi keloiksi. (3, s. 5 - 6.)

Kelauksen jälkeen kelalle tehdään tarpeelliset tarkastukset ja kela siirretään joko lopputuotevarastoon, josta kela lähetetään suoraan asiakkaalle, tai välivarastoon, josta kela siirretään jatkokäsittelyyn esimerkiksi arkikileikkaukseen leikatut kelatuotteet -osastolle. Kuvasta 2 nähdään nauhavalssaamon prosessikaavio.



KUVA 2. Kuumanauhavalssaamon prosessikaavio (4, s. 6)

1.3 Nauhavalssaamon vesilaitos

Nauhavalssauslinjan jäähdytysvedet sekä hilseenpoistossa tarvittavat vedet puhdistetaan ja jäähdytetään nauhavalssaamon vesilaitoksella uudelleen käytettäväksi. Nauhavalssaamon vesistä suuri osa kierrätetään uudelleen käytettäväksi prosessissa.

1.3.1 Vesikiertoinen suorajäähdytys

Vesikiertoisen suorajäähdytyksen tarkoituksena on jäähdyttää nauhavalssauslinjalla valmistettava valssattu teräskela sekä prosessiin käytettävät laitteet. Valssauslinjalta kuumentunut vesi palautuu vesikourujen kautta nauhavalssin hilsekaivoon. Hilsekaivosta nostetaan huoltopäivinä tuotteesta irronnutta hilsettä kuormalavalle, josta se toimitetaan eteenpäin. Hilsekaivosta vesi pumpataan puhdistus- ja jäähdytyskiertoon. Osa vesimäärästä pumpataan selkeyttimien ylitevesinä uudelleen kiertoon nauhan jäähdytysvesialtaaseen. Nauhan jäähdytysvesialtaasta pumpataan sama määrä lämmintä vettä jäähdytystorneille jäähdytettäväksi. Toinen osa suoran jäähdytyksen vesimäärästä pumpataan hiekkasuodattimien kautta jäähdytystorneille. Torneilla vesi jäähdytetään, ja jäähtynyt vesi palautuu valssien jäähdytysvesialtaaseen uudelleen käytettäväksi. (5.)

1.3.2 Vesikiertoinen epäsuorajäähdytys

Vesikiertoinen epäsuorajäähdytys jäähdyttää sähkö-, voitelu- ja hydraulikkalaitteet sekä askelpalkkiuunin 4 ja 5 palkit, luukut, rullien laakerit sekä instrumentointia. Epäsuorajäähdytys on toteutettu jäähdytystorneilla ja lämmönvaihtimilla. Epäsuoranjäähdytyksen ensiöpuolella kiertävä vesi kuumenee sähkö-, voitelu- ja hydraulikkalaitteiden lämmönvaihtimissa sekä askelpalkkiuunin laitteilla. Ensiöpuolen vesi 2 000 m³ lämpenee kierroksellaan noin 2–4 °C:n ja lämmennyt vesi jäähdytetään lämmönvaihtimissa sekä pumpataan takaisin laitteiden jäähdytykseen. Lämmönvaihtimien toisiopuolella kiertää jäähdytystornien vesikierto jäähdyttäen ensiöpuolen vedet. Ensiöpuolen vesijärjestelmä on niin sanottu suljettu kierto, jolloin vältetään järjestelmässä olevien lämmönvaihtimien likaantuminen ja vähennetään putkiston sekä laitteiden korroosioaurioita. Korroosionestoon järjestelmässä käytetään veteen lisättäviä korroosionestokemikaaleja. (5.)

1.3.3 Lisävesi

Vesijärjestelmästä poistuu vettä myös esimerkiksi haihtumalla, kun laitteita, tuotetta ja vettä jäähdytetään tuotannossa ja jäähdytystorneilla. Haihtuneen veden tilalle pumpataan korvaavaa vettä humuksenpoistolaitteiston kautta. (5.)

1.3.4 Lietteen käsittely

Selkeyttimillä laskeutunut kiintoaine eli alitevesi ja hiekkasuodattimien pesuvesi pumpataan lietteen sakeuttimelle, jossa veden sisältämät kiintoaineet sakeutetaan lietteeksi flokkulanttien avulla.(5.) Selkeyttimien tavoitteena on mahdollisimman puhdas ylitevesi. Sakeuttajan tavoitteena on sakeuttaa selkeyttimiltä tullut aliteliete mahdollisimman tehokkaasti. (17.) Sakeutettu liete pumpataan suotonauhapuristimeen, jossa lietteestä poistetaan vesi mahdollisimman tehokkaasti. Kuivattu kiintoaine kuljetetaan raaka-ainekentälle uudelleen käytettäväksi briketöintilaitoksella. (5.)

2 MÄÄRITELMÄ

Tässä työssä selvitetään suotonauhapuristimen suorituskyky ja siihen vaikuttavat tekijät. Lisäksi työssä pohditaan ja etsitään ratkaisuja seuraaviin ongelmiin tai epäselvyyksiin:

- kalkkisiilon purkaminen ja kalkinannostelumäärä tai periaate
- suodatinkankaiden tukkeutuminen
- suotonauhapuristimen maton materiaali sekä tyyppi
- öljynerottaminen sakeuttimella
- sulaton lietteen ja nauhavalssaamon lietteen erot eri tuotantotilanteissa
- suotonauhapuristimen jatkuvan seurannan mittarit
- toisen lietteenkuivauslaitteen hankinta ja tarve.

Tavoitteena on antaa suosituksia ja ehdotuksia korjaaviksi toimenpiteiksi nykyisen tilanteen parantamiseksi ja kehittämiseksi. Lietteiden käsittely on tapahtuma, johon vaikuttavat lukuisat tekijät, minkä vuoksi sitä on ajateltava suurempana kokonaisuutena. Tämän vuoksi työ aloitettiin selvittämällä näytteenoton avulla, miten nauhavalssaamon ja sulaton lietteet vaikuttivat erilaisissa tilanteissa toisiinsa sekä lopputuotteeseen eli kuivattuun lietekakkuun.

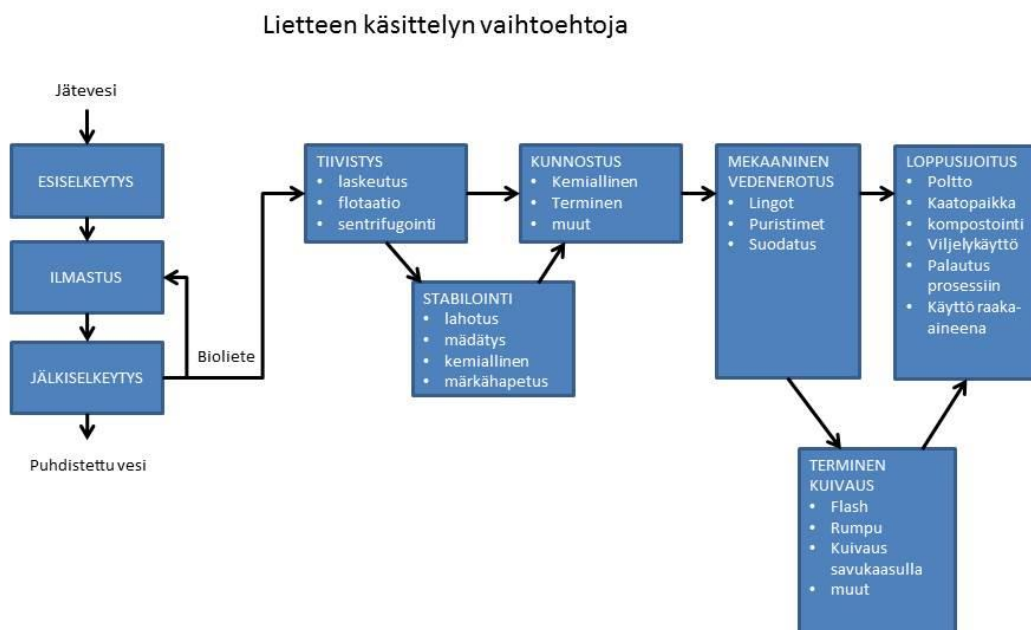
Työssä tehdään käytännön tutkimus kolmella erilaisella kangasvaihtoehdolla. Tarkoitus on selvittää, päästäänkö hiukan harvemmalla kankaalla pidempään vaihtoväliin, jolloin kankaan vaihtokustannuksia saataisiin vähennettyä. Tarkoitus on kuitenkin säilyttää kiintoaineen erotuskyky samana tai jopa parantaa sitä kankaan vaihdolla. Tämä tutkimus todennäköisesti kestää pidempään kuin insinöörityölle on varattu aikaa, joten aivan kaikkia tuloksia ei ehditä sisällyttää tähän tutkimustyöhön. Näiden tutkimusten ja selvitysten perusteella voidaan varmistaa oikea suunta lietteiden kuivauksen kehittämisessä entistä tehokkaampaan ja toimintavarmempaan suuntaan.

3 LIETTEEN KÄSITTELY

Lietteeksi kutsutaan jätevesien kiintoainepitoista saostunutta sakkaa sekä lähes kaikkea likaista vettä. Lietteen jälkikäsittelyllä pyritään vesi erottamaan kiintoaineesta, jolloin puhdistettu vesi voidaan käyttää uudelleen esimerkiksi prosessien jäähdytysvesinä. Lieke saadaan myös hyvin paljon pienempään tilavuuteen laskemalla kosteuspitoisuutta, jolloin esimerkiksi jätteen kuljetuskustannukset pienenevät merkittävästi. Tässä insinööritöössä on keskitytty teollisuuden ja ennen kaikkea terästeollisuudesta tulevien lietteiden käsittelyihin.

3.1 Lietteen käsittelyn vaihtoehtoja

Lietteitä voidaan käsitellä monin eri tavoin, kuten kuva 3 osoittaa riippuen halutusta lopputuloksesta ja kuivatun lietteen sekä kuivatettavan lietteen ominaisuuksista.



KUVA 3. Lietteen käsittelyn vaihtoehtoja (6, s. 38.)

Esikäsitelyssä, johon kuuluvat tiivistys, stabilointi ja kunnostus, nostetaan lietteen kuiva-ainepitoisuus korkeammaksi sekä vähennetään lietteen biologista aktiivisuutta ennen seuraaviin jatkokäsittelyihin siirtymistä. Esikäsitelyn tavoitteita ovat myös lietteen määrän pienentäminen, laadun parantaminen ja loppusijoituksesta aiheutuvien haittojen vähentäminen. (6, s. 38.)

Tiivistyksessä ja sakeutuksessa pyritään nostamaan lietteen kuiva-ainepitoisuus yleensä 2 - 3 kertaiseksi. Lietteessä sisältämä vesi vähenee ja kuiva-ainepitoisuus nousee yleensä noin 4 - 5 %:iin. Useimmin käytössä olevia laitteita ovat gravitaatio- ja flotaatiotiivistimet, suodatinrummut ja kaariseulat. Laskeutustiivistyksessä liete sakeutetaan selkeyttimessä. Toiminta perustuu painovoiman avulla kiintoaineiden laskeuttamiseen altaan pohjalle, josta liete pumpataan jatkokäsittelyyn. (6, s. 38.)

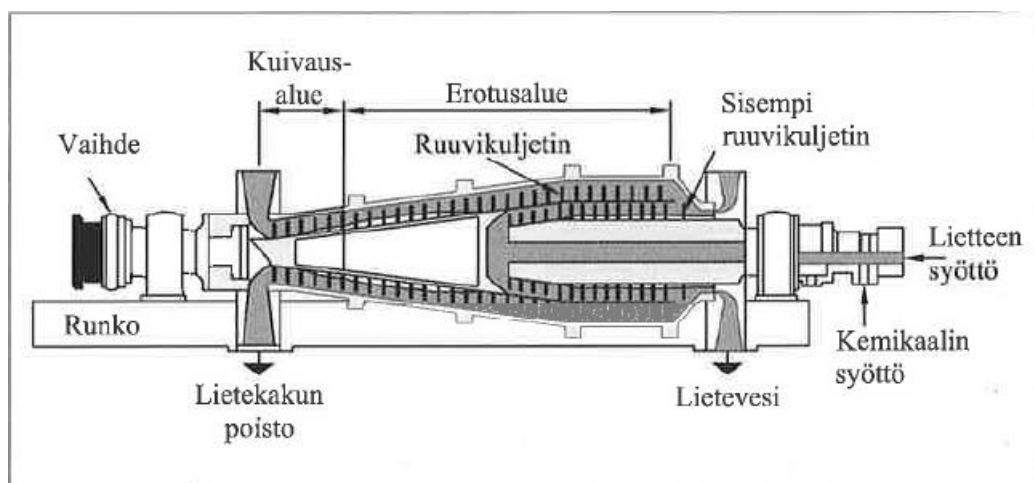
Lietteessä stabilointi tarkoittaa lietteen sisäisen elämän saattamista vähemmän haitalliseen tilaan eli pyritään lopettamaan kaikki biologinen toiminta. Liettestabilointi tehdään kuljetusta, levitystä tai loppupaikkaa varten. Lietteessä stabilointi voidaan tehdä monin eri tavoin: kemiallisesti (kalkistabilointi), biologisesti (anaerobinen mädätys), aerobisesti (kompostointi) tai fysikaalisesti (lämpökäsittely). Stabiloinnissa liete kuivatetaan yleensä yli 20 %:n kuiva-ainepitoisuuteen, jolloin orgaanisen aineen hajoamistoiminta on paljon heikompaa. (6, s. 40.)

Kunnostuksella pyritään parantamaan lietteen jatkokäsittelyominaisuuksia esimerkiksi kuivausta varten. Kunnostus suoritetaan fysikaalisesti esimerkiksi paine- ja lämpökäsittelyt tai kemikaalisesti. Kemiallisen kunnostuksessa syötetään kemikaaliliuosta suoraan lietteeseen, ja sen tarkoitus on sitoa lietepartikkeleita ja nostaa vedenluovutusominaisuuksia. (6, s. 49.)

Stabiloinnilla ja kunnostuksella on suuri vaikutus seuraaviin lietteen käsittelyvaiheisiin. Kyseiset käsittelyt määrittelevät, kuinka paljon lietettä tulee käsittelyyn. Ne tulee ottaa huomioon jatkokäsittelyjä suunniteltaessa. (6, s. 48 - 50.)

Mekaanisen vedenerotukseen käytetään muun muassa linkoja, puristimia (suotonauha-, kammiosuoto-, ruuvipuristin) ja suodatusta. Yhtä ainoaa hyvää tapaa kuivata lietteitä ei ole olemassa. Kun lietteen kuivausta suunnitellaan, tulee ottaa hyvin paljon asioita huomioon. Aina kuitenkin ei pystytä huomioimaan aivan kaikkia osa-alueita tai prosessin luonne muuttuu esimerkiksi ajan kuluessa ja kuivauksen tarpeet muuttuvat. Tällöin on osattava ohjata prosessia ja reagoida muuttuviin tilanteisiin oikein, jotta varmistutaan halutusta lopputuloksesta. (6, s. 49 - 52.)

Lietteen kuivauslingot perustuvat keskipakoisvoimalla kiihdytettyyn laskeuttamiseen. Lingossa kuten kuvasta 4 nähdään, syötetään liete oikealta puolelta linkoon sisään. Toisesta päästä kartion rummun sisällä pyörii ruuvi. Lingon sisällä oleva astia toimii laskeutusaltaana. Lingon asetusarvojen muuttujina toimii astian nopeus, vesikerroksen paksuus ja polymeerin syöttökohta. Lingoilla päästään 20 - 30 %:n kuiva-ainepitoisuuksiin. Metsäteollisuuden biolietteellä on saavutettu jopa 10 % kuiva-ainepitoisuus. Ruuvien avulla kiintoaine siirretään astian kartiopintaa myöten pois nesteestä, tästä seuraa lietteen kuivuminen. Kuivattu liete johdetaan ruuvien avulla pois lingosta (6, s. 49 - 52.). Myöhemmissä luvuissa on käsitelty myös nauhavalssaamalla käytössä olevan suotonauhapuristimen toimintaperiaatteet.

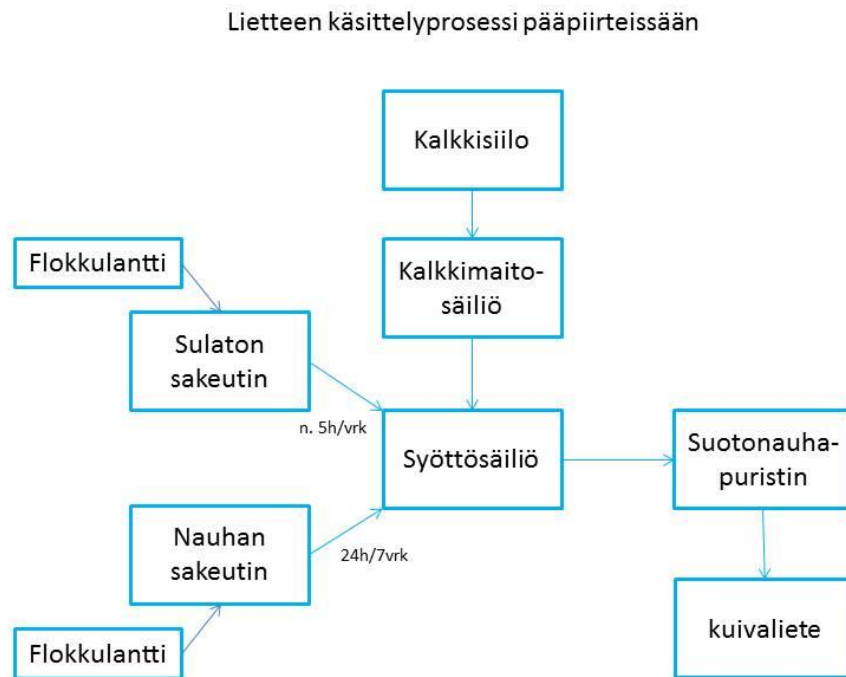


KUVA 4. Lietteen kuivauslinko (7.)

3.2 Lietteen käsittely nauhavalssaamon vesilaitoksella

Lietteen käsittely nauhavalssaamon vesilaitoksella (kuva 5), on toteutettu sakeuttamalla liete sakeuttimella sekä mekaanisesti kuivaamalla suotonauhapuristimella. Kuivattu liete toimitetaan

raaka-aine varastolle, josta se toimitetaan edelleen jatkokäytettäväksi brikentöintilaitoksen raaka-aineena.



KUVA 5. Vesilaitoksen lietteen käsittelyprosessi pääpiirteissään

3.2.1 Sakeutus

Selkeyttimiltä tuleva alitevesi ja hiekkasuodattimien pesuvesi syötetään sakeutusselkeyttimen (kuva 6) syöttölaatikkoon. Sakeutusselkeyttimen syöttölaatikossa alite- ja pesuvesivirtaukseen syötetään flokkulantti. Flokkulantin tarkoituksena on edesauttaa kiintoaineiden laskeutumista. Syöttölaatikolta alitevesi johdetaan sakeuttimen alaosaan, jossa flokkulanttien avulla raskaimmat kiintoaineet laskeutetaan pohjalle.



KUVA 6. Sakeutusallas, jossa etualalla näkyy myös letkuöljykeräin

Liete, joka prosessissa johdetaan altaan pohjalle, johdetaan syöttösäiliön kautta suotonauhapuristimelle. Syöttösäiliölle tulevaa lietettä pumpataan kahdella letkupumpulla, joiden tuotto on 650 - 3 250 litraa tunnissa taajuuksilla 20 – 100 Hz. Pumppauksen tarve on keskimäärin 1 250 l/h joka vastaa taajuutta 39 Hz. Syöttösäiliön lietteen syöttöä painesuodatukseseen ohjataan ultraäänianturilla, joka seuraa lietepinnan korkeutta säiliössä. Suodatin pysähtyy odottamaan lisää lietettä, jos sitä ei ole tarpeeksi suodatusjaksoa varten, tätä ohjataan keskirajalla. Lietteen tarve jaksoa kohden on noin 430 - 1 000 litraa. Sakeutusaltaan pinnalta kerätään öljyä ja rasvaa pois letkukeräimellä. Letkukeräin tiputtaa kaapimen avulla rasvan sekä öljyn erilliseen ruuvikuljettimeen, josta se valuu 1 000 l konttiin. Öljynkeräyskontti tyhjennetään tarvittaessa.

3.2.2 Suotonauhapuristin

Nauhavalssaamon sekä nykyisin myös terässulaton (jatkuvalulaitos) lietteet kuivataan suotonauhapuristimella (kuva 7). Nauhavalssaamolta tuleva tarve lietteen kuivaukselle on jatkuva ja terässulaton lietteen kuivaus tarve suotonauhapuristimelle on noin 5 h/vrk erilaisen prosessin vuoksi.



KUVA 7. Suotonauhapuristin

Suotonauhapuristimen tarkoituksena on puristaa ylimääräinen vesi pois lietteestä. Liete syötetään suotonauhapuristimelle viirapintojen rajoittamiin kammioihin, joista lietevesi pumppauspaineen ja ulkoisen puristuksen ansiosta poistuu viirojen läpi. Kammioiden täytyttyä puristin avataan ja kuivunut liete poistetaan vaihtolavalle.

Suotonauhapuristin käynnistyy syöttösäiliön pinnankorkeuden mittauksesta. Yläraja käynnistää lietteen syötön puristimelle ja alaraja pysäyttää syöttöpumput. Suodatksesta tuleva ylitevesi sekä suotonauhapuristimesta tuleva niin sanottu puristusvesi johdetaan takaisin pumppaussäiliöiden kautta nauhavalssaamon selkeyttimille, jonka kautta vesi pääsee takaisin kiertoon. (2, s. 19 - 22.) Itse painesuodatusprosessi on monivaiheinen, kuten kuvasta 8 nähdään. Puristusprosessin eri vaiheet on kerrottu seuraavassa luvussa laajemmin. (3, s.20.) Nauhavalssaamon puristimelle on lisätty myöhemmin yksi pakka lisää, jolloin suodatettavan kankaan pinta-ala kasvoi ja näin saatiin lisää tehoa kuivaus tapahtumaan.

3.2.3 Painesuodatuksen periaate

Painesuodatus eli suotonauhapuristimen kuivausvaihe on monivaiheinen. Pääpiirteittäin suodatus etenee seuraavasti:

1. Suodatus

Kun suodatinlevyt on suljettu yhteen pakaksi, liete pumpataan jakoputken kautta jokaiseen suodatinkammioon sen kehyksessä olevan syöttöputken läpi. Suodos kulkee kankaan läpi suodostilaan ja sieltä levyssä olevan putken kautta poistopuolen kokoojaputkeen. Kankaan päälle alkaa muodostua lietekakku.

2. Puristus 1

Puristusvaiheen aikana puristusvesi johdetaan levyssä olevan putken ja pohjalevyn läpi kumikalvon yläpuoliseen tilaan. Tällöin suodatinkammiossa oleva neste puristuu kankaan läpi ja sen pinnalle muodostunut lietekakku alkaa kuivua.

3. Pesuoptio, käytössä nauhavalssaamalla

Pesuneste (vesi) syötetään suodatinkammioon samaa jakoputkea pitkin kuin liete. Pesunesteen täyttäessä suodatinkammion se nostaa kumikalvon levyä vasten, jolloin painevesi poistuu. Pesuneste pesee kakun ja kulkee kankaan läpi edelleen poistopuolen kokoojaputkeen.

4. Puristusoptio 2, käytössä nauhavalssaamalla

Pesuvaiheen päätyttyä suodostammioon jäävä pesuneste puristetaan pois puristusvedellä ja kalvolla kuten edellä puristus 1:ssä

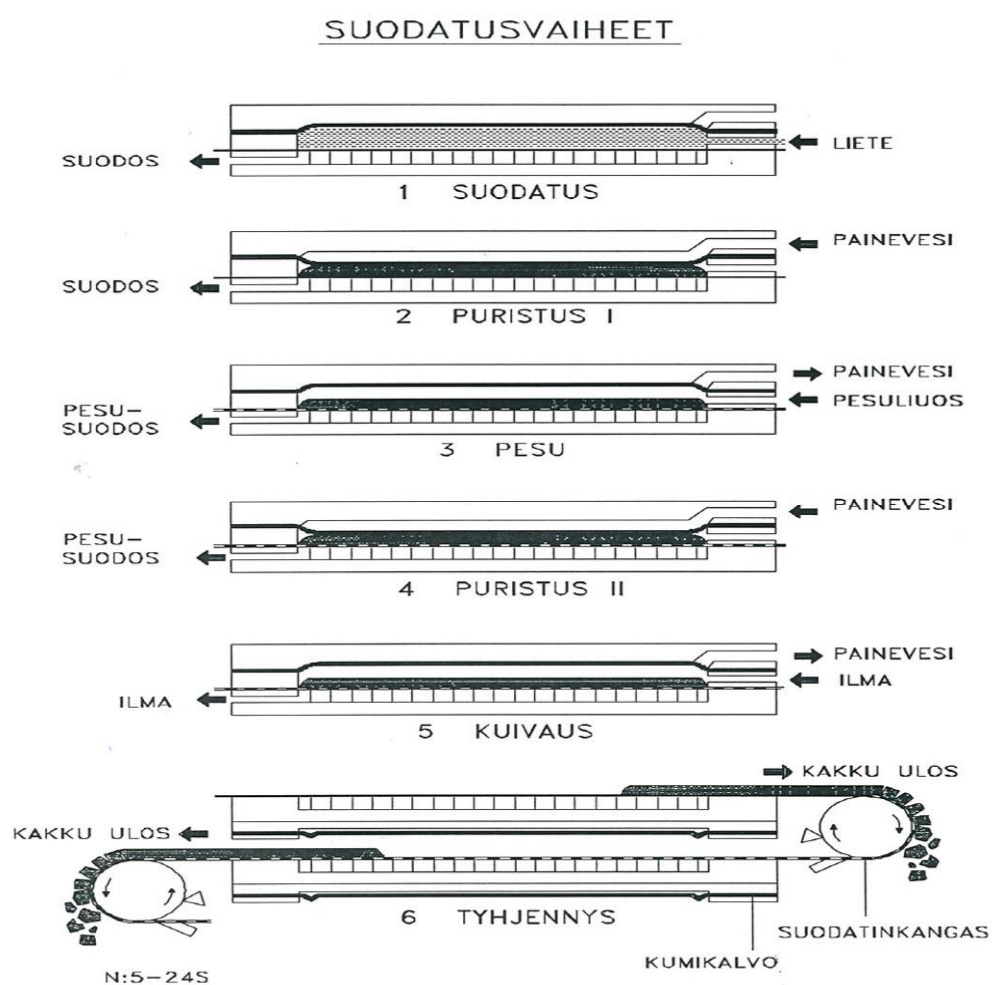
5. Ilmakuivaus

Lopullinen lietekakun kuivaus tapahtuu paineilmalla. Jakoputkesta tulevan ilman täyttäessä suodatinkammion se nostaa kumikalvoa ja puristusvesi poistuu. Kakun läpi virratessa ilma pienentää kakun kosteuden optimiin ja samalla tyhjentää suodostammion.

6. Tyhjennys

Kuivauksen loputtua levypakka avautuu, kun se on täysin auki, kankaan kuljetuslaite käynnistyy. Kankaan päälle muodostuneet kakut purkautuvat suodattimen molemmin puolin.

4-vaiheisessa lyhyt ohjelmassa suodattamisesta jäävät pois vaiheet pesu ja puristus 2. (8, 3 s. 3.) Kuvasta 8 nähdään suodatusvaiheet.



KUVA 8. Suodatusvaiheet suotonauhapuristimella (8, luku 3 s. 3.)

3.2.4 Ylitevedet

Suotonauhapuristimen lietteestä poistettavat suodos- ja puristusvedet sekä sakeuttajan ylitevesi ohjataan pumppaussäiliöön. Pumppaussäiliöstä vedet pumpataan takaisin selkeytysaltaisiin. Pumppujen ohjaukset on toteutettu pinnankorkeuden perusteella. (3, s. 22.)

3.2.5 Kalkkimaito

Lietteen kuivausprosessissa tarvittava kalkkimaito valmistetaan vesilaitoksella. Hienokalkkisiilon (25 m³) alapuolella on valmistussäiliö kalkkimaidolle, johon kalkki annostellaan ruuvikuljettimen avulla. Kalkkimaitoon tarvitaan kalkkia noin 106 grammaa vesilitraa kohti eli 10 paino- %. Kalkkimaidon tarkoituksena on sakkauttaa vedessä oleva öljy ja rasva sellaiseksi, ettei se tartu myöhemmissä lietteiden jatkokäsittelyvaiheissa laitteistojen pintoihin. (3; 9.)

Kalkkimaidon annosteluväli, joka on 60 - 300 l/h, asetetaan sopivaksi käyttökokemusten perusteella. Pinnankorkeutta mitataan ultraäänianturilla ja kun pinta saavuttaa tällä hetkellä asetetun alarajan 68 %:n, käynnistyy kalkin annosteluruuvi. Annosteluruuvi käynnistyy 11 kg:n annostelua vastaavaksi ajaksi eli noin 4,5 minuutin ajaksi. Käsikäyttöinen säätöventtiili vesilinjassa asetetaan niin, että veden tulo on 200 l jaettuna 9 min eli 22 l/min. Sääto tapahtuu rotametri-tyyppisen virtausmittarin avulla. Veden tulo on säädetty kestämään n. 5 minuuttia kauemmaksi ajaksi kuin kalkin tulo. (3; 9.)

3.2.6 Flokkulointi

Flokkuloinnilla tarkoitetaan kiintoaineiden "kasvattamista" suurempaan ja painavampaan olomuotoon, jotta selkeytyksessä halutut kiintoaineet saadaan paremmin laskeutettua selkeytys ja sakeutusaltaiden pohjalle. Flokkulointiaineena käytetään terässulaton sakeutusselkeyttimellä jauhemaista polymeeria, jonka tarkoituksena on tehostaa kiintoaineiden erotuksen laskeuttamista. Annostelumäärä on noin 1,5 – 2 ppm. Jauheesta valmistettu veteen sekoitettu liuos annostellaan noin 0,1 %:n liuoksena sakeuttimen syöttövirtaan (jakolaatikkoon) syöttövirtaamaan perustuen. (10.)

Nauhavalssaamon sakeutusaltaan flokkulointiaineena käytetään nestemäistä polymeeria. Sen tarkoitus on parantaa kiintoaineiden erotusta eli laskeuttamista ja toimia suotonauhapuristimen

lietteen kuivauksen apuaineena. Flokkulointiaineen annostelu perustuu sakeuttimen syöttövirtaamaan.(10.)

3.2.7 Sakeuttimien öljyn ja rasvan erotus

Nauhavalssaamon sakeuttimilla on käytössä tällä hetkellä letkukeräin. Laite kerää pinnalla olevan öljyn. Öljy kerätään letkua myöten kaapimelle, josta se valuu ruuvikuljettimelle, joka kuljettaa öljyn keräysastiaan. Ruuvikuljetin on ohjelmoitu toimimaan säännöllisin väliajoin, jotta vältetään mahdollinen ruuvin tukkeutuminen.

Molempien sakeuttajien niin sanotun pintarasvan ja vaseliinin sakeuttajien haroissa kiinni oleva harja työntää rasvakouruun, jota myöten rasva kerätään erilliseen astiaan. Jäteastia tyhjennetään tarpeen mukaan.

4 LIETTEEN KÄSITTELYN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Tässä luvussa kerrotaan nauhavalssaamon vesilaitoksen nykyisistä työkäytännöistä kyseisessä prosessipisteessä. Lietteen kuivausprosessi tapahtuu sisätiloissa, jossa luonnollisesti prosessin luonteesta johtuen kosteuspitoisuus on korkea. Kalkkisiilo sijaitsee suuren nosto-oven vieressä, jolloin oven aukaisusta aiheutuvat lämpötilan ja kosteuden vaihtelut voivat olla etenkin syksyllä ja talvella suuria.

4.1 Prosessin toimintatavat nykypäivänä

Nauhavalssaamon vesilaitoksella työskentelee vakituisesti yksi käyttömies ympäri vuorokauden, vakanssinimi käyttömiehellä on vesimies. Vesimiehen tehtävänä on muun muassa valvoa vesilaitoksen toimintaa, johon kuuluu myös lietteenkuivaus. Vuorossa työskentelevä vesimies seuraa päätteeltänsä reaaliaikatrendiä, joka kuvastaa suotonauhapuristimelle menevän lietteen syöttösäiliön pinnankorkeuksien vaihteluita. Pinnankorkeuksien vaihteluiden perusteella vesimiehet päättävät, esimerkiksi suodatinkankaan kuntoa ja lietteen suodatustehoa.

Kalkkimaidon valmistusta ei ole automatisoitu, vaan vesimiehen on käytävä silmämääräisesti tarkastamassa siilon syöttölaitteen toiminta. Useasti he joutuvat ”hakkaamaan” kalkkisiilon syöttökartiota, jotta kalkki lähtisi liikkeelle ja prosessin tarvitsema kalkkimaito olisi oikean laatuista.

Sakeuttimella hänen tehtävään kuuluu öljyn letkukeräimen siirtoruuvien pyöritys määrääjoin, jotta siinä oleva ruuvikuljetin ei tukkeutuisi rasvan ja öljyn vaikutuksesta. Hän voi ohjata ja seurata muun muassa pumppujen käyntiä taukotilastaan, mutta vikatilanteita esimerkiksi kalkin paakkuuntumista ja siitä johtuvaa kalkin syötön loppumista hän ei päätteeltänsä näe.

Käyttömiehen tehtäviin vuoron aikana kuuluu varmistaa muun muassa suotonauhapuristimen toiminta sekä ottaa joka aamu kuivatusta lietteestä näyte. Hän toimittaa näytteen maanantaisin laboratorioon analysoitavaksi. Yhteenvetona voidaan sanoa, että prosessin eri ongelmakohtat vaativat säännöllisen käynnin eri kohteissa vuoron aikana, jotta varmistuttaisiin prosessin oikeanlaisesta toiminnasta.

4.2 Lietteenkuivauksen ongelmakohdat ja työn rajaus

Työn aiheeksi saatiin suotonauhapuristimen toimintavarmuuden kehittäminen. On huomattu, että suotonauhapuristimessa tukkeutuu suotonauhoja eli viiroja paljolti. Työssä havaittiin useita osa-alueita, jotka vaikuttavat lietteen kuivausprosessiin sekä myös käänteisesti vaikuttavia asioita lietteen kuivausprosessin eri osa-alueiden vaikuttavuudesta muualle vesilaitoksen alueelle.

Lietteen kuivauksessa suotonauhojen tukkeutumiseen vaikuttaa moni asia. Lietteiden vaihtelut, ennen kaikkea rasvan eli vaseliinin ja öljyn osalta pitäisi saada vaihteluiltaan suhteellisen pieneksi. Lietteen kuivauksen suurin yksittäinen ongelma on se, että lietettä tulee kahdesta erilaisesta prosessista. Toisessa eli jatkuvavalulaitoksen lietteessä on suuremmat vaihtelut kyseisten rasvojen ja öljyjen osalta. Sulaton sakeuttimen epätasainen syöttö on myös ollut ongelmana ja tarkoitus on tutkia saadaanko öljyjen ja rasvojen vaihtelut tasaisemmaksi tasaisemmalla lietteen syötöllä.

Kalkkisiilon purkamisessa esiintyy ongelmia erityisesti syysaikaan ilmankosteudesta johtuen. Vesimiehet joutuvat toisinaan ”hakkaamaan” lankun pätkällä siilon kartiota, jotta kalkki lähtisi valumaan painovoiman avulla. Kalkin syöttö ja kalkkimaidon suhde on kokemukseräisesti säädetty. Kalkkimaidon syötön täytyisi olla tasainen ja perustua lietteen syöttömäärään. Tällä hetkellä kalkkimaidolle ei ole mitään mittauksia pumppujen tai virtausmäärien mukaan. Kalkkimaidon liika määrä aiheuttaa kalkin kertymisen putkistoihin ja tukkeuttaa ne. Liian vähäinen määrä johtaa suotonauhan tukkeutumiseen.

Työ rajattiin ennen mainittujen asioiden tutkimiseen ja niiden kehityskohteiden etsimiseen. Työssä tarkoitus antaa ehdotuksia ja suosituksia miten sekä millä tavalla prosessia saataisiin toimintavarmemmaksi. Työssä on myös tarkoitus tuoda esille suotonauhojen testausuunnitelma ja mahdollisia valintaperusteita nauhan valintaan.

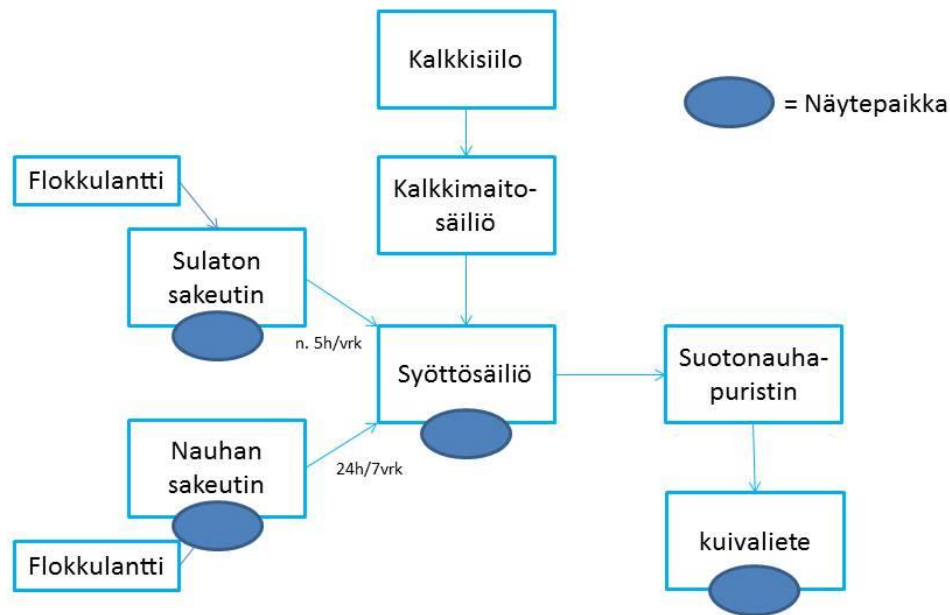
5 TUTKIMUKSET JA TULOKSET

Tässä tutkimustyössä oli useampi yhtäaikainen tutkimuslinja. Muun muassa lietteiden analysointi ja niiden vaikutus lopputuotteeseen sekä suotomattojen testiajot. Tutkimusten tuloksilla pyrittiin saamaan tietoa siitä, esimerkiksi terässulatolta tuleva liete ja nauhan liete eroavat toisistaan, miten nämä mahdollisesti reagoivat keskenään sekä miten se näkyy kuivatussa lopputuotteessa. Työn aikana tehtiin suunnitelma suotonauhamattojen testiajoihin yhteensä kolmella erilaisen läpäisyn omaavalla kankaalla. Testiajot jatkuvat yli kesän, joten tuloksia ei valitettavasti saatu tähän työhön ehditty sisällyttää. Nykyisin käytössä olevasta matosta leikattiin kaksi A4-kokoista arkkiä, jotka lähetettiin suotonauhojen valmistajalle analysoitaviksi. Lisäksi työn aikana tehtiin pienempiä mittauksia ja testauksia, kuten syöttöruuvien testaus.

5.1 Lietteiden näytteenotto ja analysointi

Ensimmäinen näytejakso tehtiin viikon mittaisena jaksena, joka suoritettiin heti työn aloittamisen jälkeen, vaikka pohjatietoa ei aiheesta juurikaan ollut. Suotonauhapuristimeen liittyen Ruukin Raahan tehtaan laboratoriossa pystyttiin määrittämään sakeuttimilta tulevan lietteen terva- ja öljy- sekä kosteuspitoisuus. Näytteenottopaikat on näytetty kuvassa yhdeksän. Näytteenottamisella ja niiden analyysillä pyrittiin saamaan enemmän tietoa erilaisista lietteistä. Analyysien avulla tutkittiin sulatolta ja nauhavalssaamolta tulevien lietteiden eroja sekä niin sanotun sekoitetun lietteen (syöttösäiliöstä) vaikutuksia sekä voidaanko tämän pohjalta säätää prosessia tasalaatuisemmaksi.

Lietteen käsittelyprosessi pääpiirteissään



KUVA 9. Näytteenottopaikat prosessissa tämän työn aikana

5.1.1 Näytteenottojakso 1 lähtötilanne

Näytekampanja 1 suoritettiin viikolla 9, jolloin ohjeistettiin vesimiehet ottamaan näytteet ohjeiden mukaan. Näytteet otettiin arkipäivinä maanantaista perjantaihin. Nauhan sakeuttimen alitenäyte sekä kuivatun lietteen näyte otettiin jokaisena päivänä. Sulaton sakeuttimen alitenäyte ja syöttösäiliön (nauhan ja sulaton lietteen sekoitus) näyte otettiin kyseisen viikon torstaina sekä perjantaina.

5.1.2 Laboratoriomääritysten toteutus

Laboratoriokokeet suoritettiin Ruukin Raahan terästehtaan tutkimuskeskuksen, kemianlaboratoriossa. Näytteitä toimitettiin kampanjoiden aikana päivittäin laboratorioon ja analyysien tulokset saatiin kokonaisuudessaan noin viikon kuluttua viimeisten näytteiden palauttamisesta.

5.1.3 TerOl-analyysi

Tervan ja öljyn pitoisuuden määrittäminen tehtiin työohje 6215461 mukaan. Menetelmä soveltuu kiintoaineen ja hehkutusjäännösten määrittämiseen pitoisuusalueella >2 mg/l, sekä tervan ja öljyn määrittämiseen pitoisuusalueella >2 mg/l koksaamon prosessivesistä. (11, s. 1-6.)

Tervan ja öljyn määrittämiseen otettu näyte uutetaan tetrakloorietyleenillä, jolloin tulokseksi saadaan uuttuvien aineiden summa eli pääasiassa tervan ja öljyn summa. Liuotinfraasi kuivataan kidevedettömällä natriumsulfaatilla ja suodatetaan. Haihduttamisen jälkeen kuiva jäännös punnitaan. Tällä tavalla vedestä määritetään haihtumaton terva ja öljy. Ne aineet, joiden kiehumislämpötila on pienempi kuin $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, haihtuvat osittain määrittämisolosuhteissa, joten menetelmä ei sovellu niiden kvantitatiiviseen määrittämiseen. Menetelmässä on sovellettu SFS standardeja 3008, 3009 ja 3037. (11, s. 1-6.)

5.1.4 Kuiva-aineanalyysi

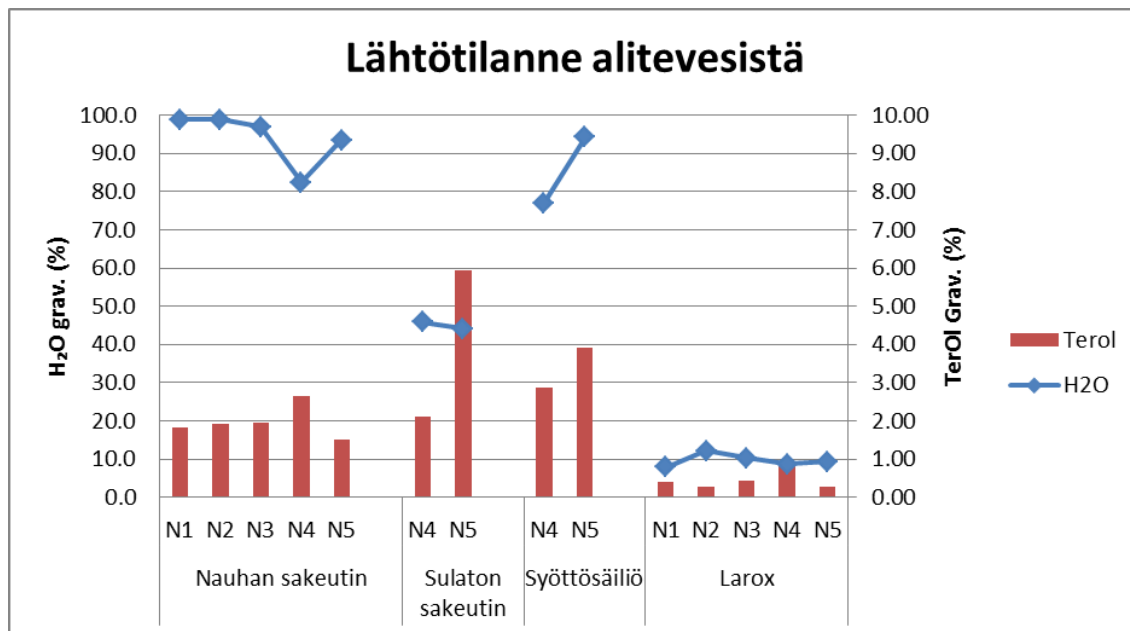
Kuiva-aine pitoisuuden määrittäminen tehtiin tavalla, joka soveltuu kuiva-aineen ja hehkutusjäännöksen määrittämiseen jäte- ja luonnonvesistä, lietteestä ja sedimentistä. Tällä tavalla pystytään määrittämään myös liuenneiden aineiden kokonaismäärän TDS, (Total dissolved solids) määrittäminen jäte- ja luonnonvesistä. (12, s. 1.)

Kuiva-aine määritetään kuivaamalla tunnettu määrä näytettä lämpötilassa $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja punnitsemalla jäljelle jäänyt aine. Kuiva-aineksi luetaan se liuenneen ja kiinteän aineen massa, joka jää jäljelle, kun näytettä haihdutetaan ja kuivataan oheisessa standardissa kuvatuilla ohjeilla. Menetelmä perustuu standardiin SFS 3008, muutoin paitsi TDS on lisätty. (12, s. 1.)

5.2 Lähtötilanne

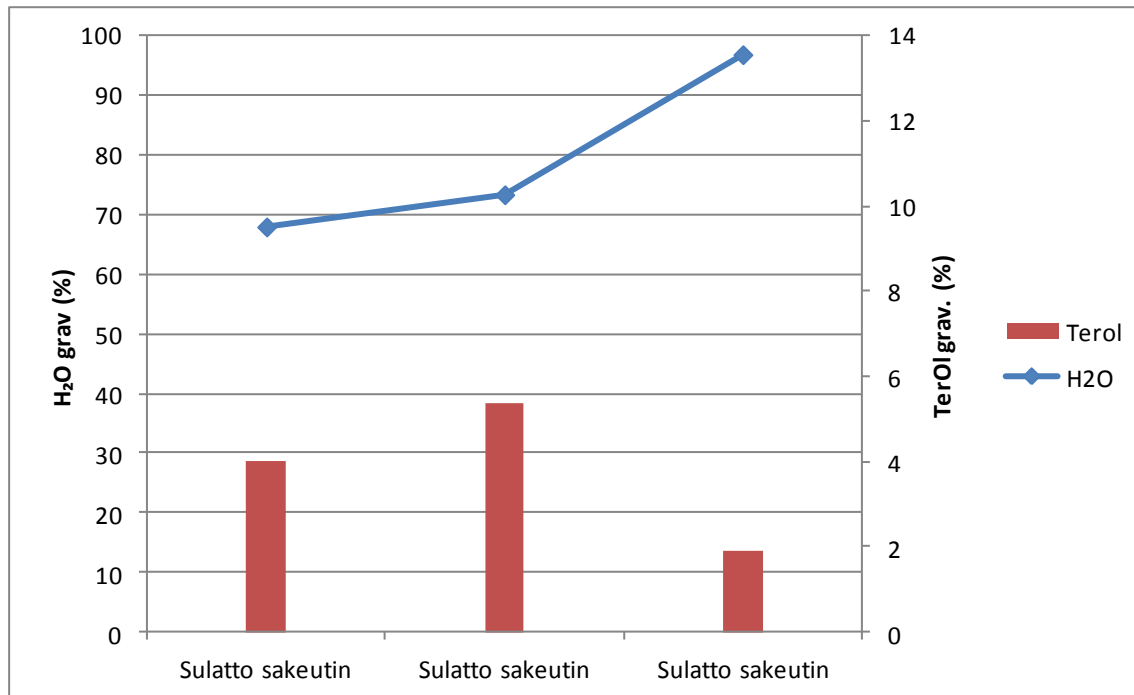
Kuvasta 10 voidaan nähdä ja todeta tulokset sekä päätelmät, että sulaton alitteissa varsinkin tervan ja öljyn osuus vaihtelee suuresti. Tämä osaltaan vaikuttaa suotonauhojen tukkeutumiseen. Voidaan myös todeta, että sulaton ohjauksen muuttuessa säännöllisemmäksi vaihtelut tulevat todennäköisesti asettumaan paremmin hallittaviksi. Tämä tullaan todentamaan näytteenotolla myöhemmässä vaiheessa. Tuloksissa on hieman hajontaa esimerkiksi nauhan sakeuttimen alitenäytteen numero 4 osalta, kyseisenä päivänä oli viikottainen huoltopäivä, joka varmasti

osaltaan vaikuttaa tuloksiin. Näytteet otettiin maanantain ja perjantain välillä viikolla 9. Yleisesti ottaen tuloksia, lyhyen otanta jakson myötäkin, voidaan pitää jokseenkin luotettavina tai ainakin suuntaa-antavina.



KUVA 10. Lähtötilanne alitelietteestä

Terässulatolta tulevan sakeuttajan alitteen TerOl-pitoisuudesta otettiin automaatiomuutosten jälkeen kolmen päivän mittainen testijakso. Näytteiden perusteella alitteen tasaisemmalla ajolla ei ole vaikutusta terva- ja öljypitoisuuden vaihteluihin. On kuitenkin hyvä mitata pidemmällä aikavälillä, miten tervan ja öljyn pitoisuudet vaihtelevat. Kuvasta 11 nähdään TerOl-pitoisuuden vaihtelut automaatiomuutosten jälkeen.



KUVA 11. Terässulaton sakeuttajan alitenäytteiden tulokset automaatiomuutosten jälkeen

5.3 Suotonauhojen testaussuunnitelma

Suotonauhatestiä suunniteltaessa lähtökohtana oli saada pidempikestoinen suotonauha. Pyysimme suotonauhojen valmistajan valitsemaan testattavia suotonauhoja. Heidän suositusten ja omien päätelmiemme perusteella päädyimme valitsemaan kuvassa 12 näkyvät suotonauhat. Testattavat suotonauhat ovat materiaailtaan samanlaisia kuin käytössä oleva malli, vain ilmanläpäisykyky muuttuu, joten nauhat ovat vertailukelpoisia. Suotonauhatestin ajankohdan määräävänä tekijänä oli myös aika, jolloin terässulatolta aloitetaan tasaisempi lietteen pumppaus suotonauhapuristimelle sekä kalkkimaidon tasaisempi syöttö suhteessa nauhan sakeuttimien alitepumpujen syöttöön.

5.3.1 Kangastyypit

Nykyisen ja testattavien kankaiden materiaalina on polypropeeni ja ne on lämpökäsitelty venymättömiksi. Kankaiden tärkeimpänä suodatettavuuden mittarina on ilmanläpäisy 200 Pa:n paineella neliometriä kohden ja se ilmoitetaan esimerkiksi 15 m³/m². Kuitenkaan pelkän ilmanläpäisyn perusteella ei voida suuria päätelmiä tehdä kiintoaineen poistokyvystä tai kankaan

kestoiästä. Kankailla on hyödyllistä ajaa niin sanotut testijaksot, koska lietteiden suodettavuus vaihtelee prosessien ja liete-prosessien mukaan.(13.)

Kangastyyppinä on kaksi uutta ja vertailupohjana käytössä oleva kangas. Kankaat ovat materiaaaliltaan ja pinnoiltaan samanlaisia kuin nykyisin käytössä olevatkin, joten vertailu voidaan tehdä jokseenkin luotettavasti. Kankaissa muuttuu ainoastaan ilmanläpäisykyky, joka harvempaan kankaaseen siirryttäessä luonnollisesti kasvaa. Kuvasta 12 nähdään myös muut mallien pienet erot.

Kangastyyppi	S2106-L1	S2104-L1K3	S2104-L1
Raaka-aine	Polypropeeni	Polypropeeni	Polypropeeni
Viimeistely	Lämpökäsitelty venymättömäksi	Lämpökäsitelty ja kalanteroitu	Lämpökäsitelty venymättömäksi
Neliömassa	930 g/m ²	850 g/m ²	840 g/m ²
Paksuus	1.8 mm	1.6 mm	1.8 mm
Ilmanläpäisy 200 Pa:lla	2,7 m ³ /m ²	7,5 m ³ /m ²	15 m ³ /m ²
Murtokuormitus Pituus-/poikittaissuunta	360 kN/m/ 92 kN/m	360 kN/m/ 65 kN/m	360 kN/m/ 65 kN/m

KUVA 12. Tekniset tiedot suotonauhoista (13.)

5.3.2 Suotonauhojen vertailun suunnittelu

Suodatinkangastestiä suunniteltaessa tulee tärkeäksi kysymykseksi myös tapa, miten erilaisia kankaita arvioidaan ja laitetaan paremmuusjärjestykseen. Vertailtaessa tulee ottaa huomioon, että prosessi pysyisi mahdollisimman vakiona testien aikana. Nykyisin mitataan kuivatun lietteen painoa, joka myös on hyvä yhtenä mittarina ottaa työhön mukaan. Kannattaa seurata tehostetusti syöttösäiliön pinnanvaihteluiden reaaliaikatrendiä testin aikana.

Vesimiesten kokemus laitteesta ja heidän kokemuksensa laitteen toiminnasta tulee ottaa huomioon ja kysyä heidän mielipiteet kankaiden toimivuudesta. Suotonauhojen yhtenä laatumittarina on luonnollisesti kankaan vaihtokä, jota tälläkin insinööriyöllä pyritään pidentämään. Kaikkien mittareiden kriittinen tarkastelu on tarpeen, jotta varmistutaan kohteeseen soveltuvimmasta kankaasta.

5.3.3 Valmistajan analyysi tukkeutuneista suotonauhoista

Suotonauhojen toimittaja Valmet Fabrics Oy tutki laboratoriossaan tukkeutuneet suotonauhat. Heille toimitettiin kaksi noin A4-paperiarkin kokoista palasta tukkeutuneesta suotonauhasta, joka

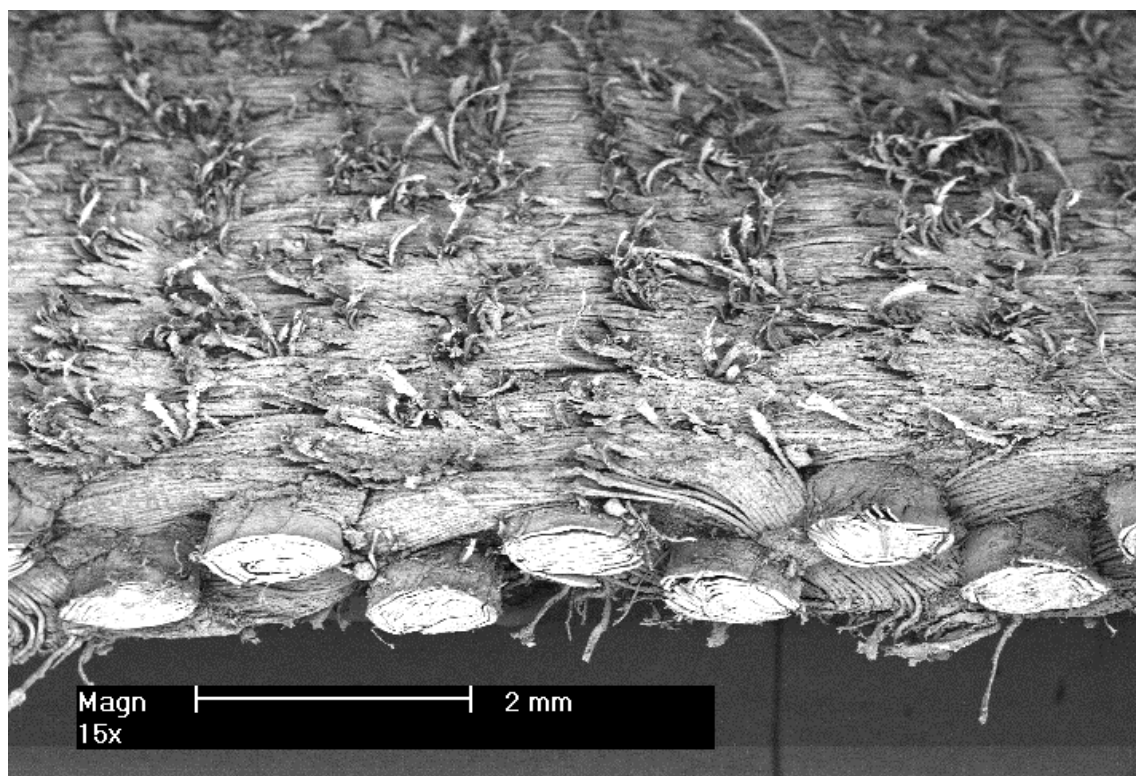
oli ollut käytössä noin 7 viikkoa. Palat leikattiin keskeltä nauhaa sekä noin kymmenen metrin välein toisistaan. Laboratoriossa mitattiin matosta neliömassa, ilmanläpäisy ja paksuus. Kuvasta 13 nähdään ja voidaan päätellä, että suotomatto oli aivan tukkeutunut. (18.)

Kangas	Uusi kangas	Käytetty kangas
Neliömassa [$\text{m}^2/\text{m}^2\text{min}$]	930 g/m^2	1715 g/m^2
Ilmanläpäisy [$\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$]	2,7 m^3/m^2	<0,05 m^3/m^2
Paksuus [$\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$]	1,8 mm	1,8 mm

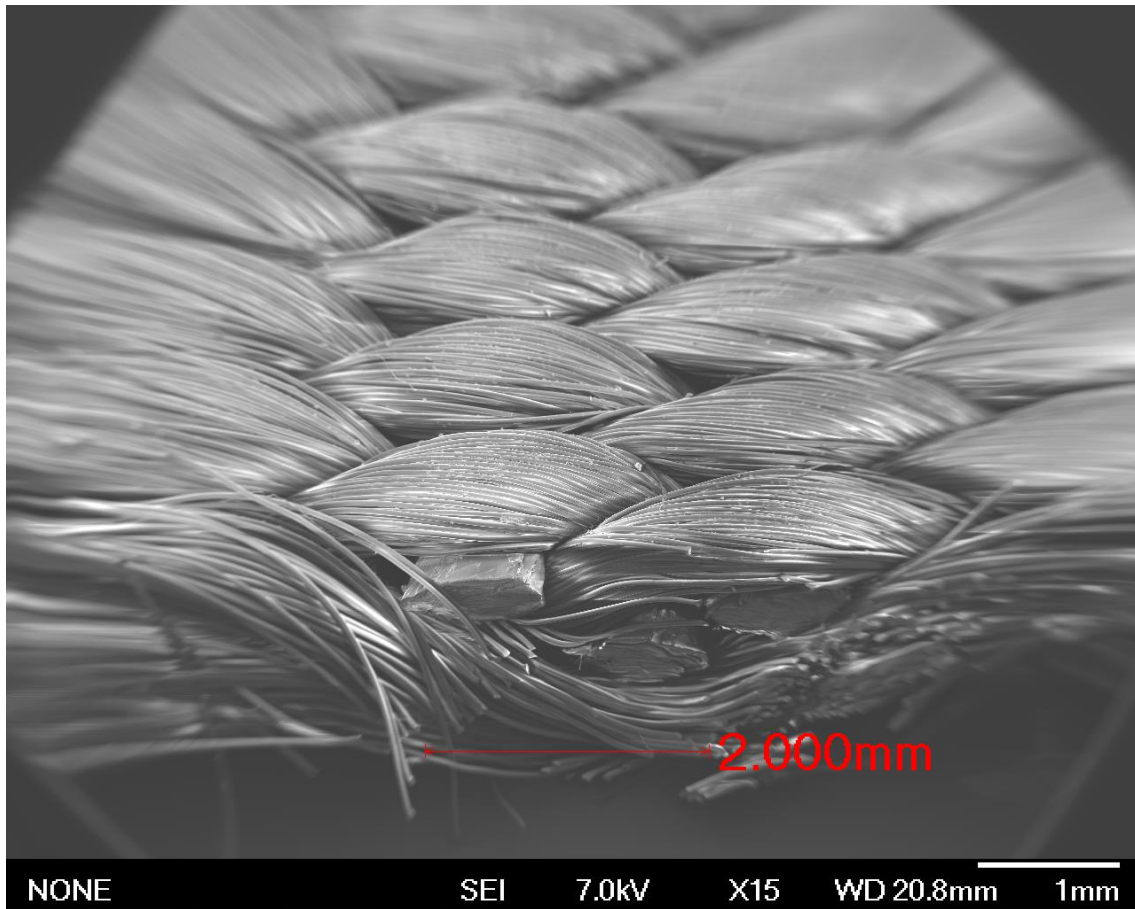
* uuden kankaan arvot ovat kutistamattomasta kankaasta

KUVA 13. Suotomattotestin tulokset (18.)

Kuvista 14 ja 15 voidaan nähdä tukkeutuneen suotonauhan ja käyttämättömän suotonauhan erot. Kuvat on otettu elektronimikroskoopilla. Näytteiden reunoissa leikkauksesta johtuvia rispaantumisia.

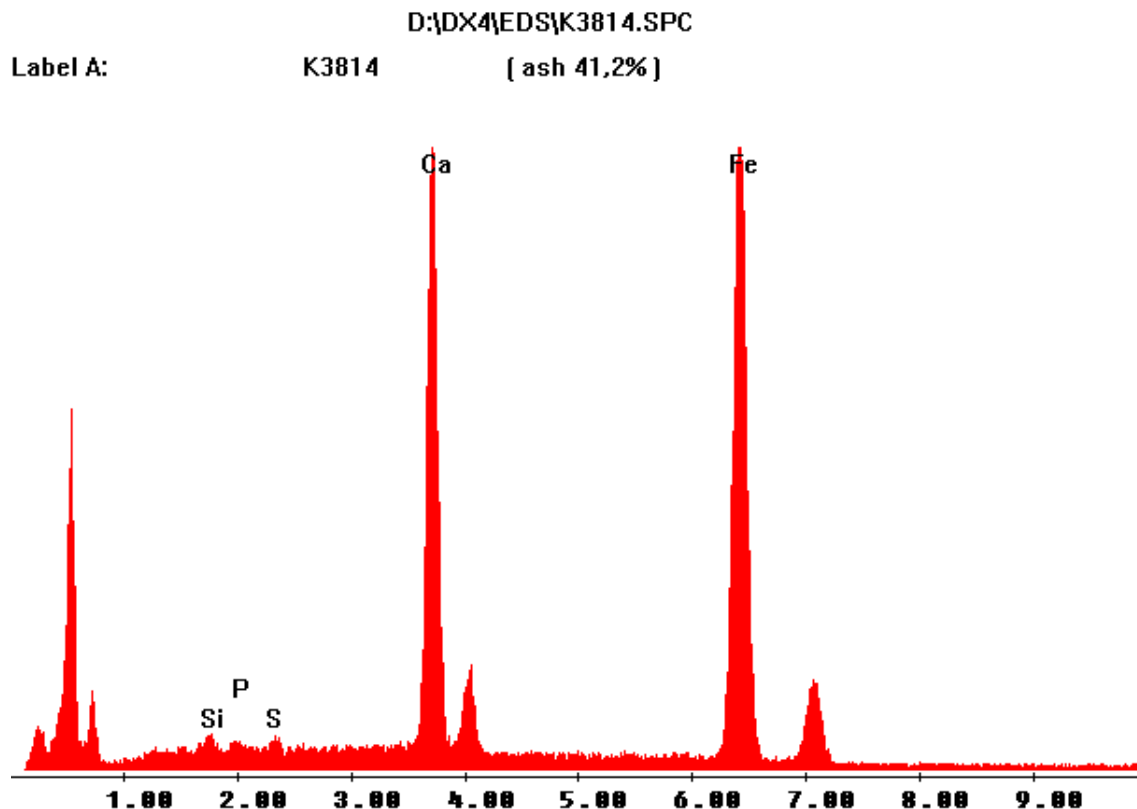


KUVA 14. Tukkeutunut suotonauha (18.)



KUVA 15. Puhdas suotonauha

Tukkivasta aineesta määriteltiin myös alkuaineet. Pala kangasta poltettiin 525 °C:ssa ja tuhkasta ajettiin alkuaineanalyysi eli eds-spektri. Tuhkaprosentiksi saatiin 41,2 %. Pääasiassa esiintyneet alkuaineet olivat rauta 72,85 paino - % sekä kalsium 25,77 paino - %. Kaikki löydetty alkuaineet näkyvät kuvasta 16.



KUVA 16. Alkuaineiden jakauma

Tulosten perusteella vahvistuu myös Ruukin laboratoriossa otetun mattonäytteen tulos, missä raudan osuus oli 73,41 %. Kalsiumin määrää ei mitattu oheisessa näytteessä. Näytepalan polttamisessa tuhoutuu kaikki orgaaninen aine, joten suurin osa esimerkiksi öljyistä ja rasvoista on palanut pois. Voiteluaineissa käytetään myös paljon lisäaineita, joiden olisi pitänyt näkyä analyysissä. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että ainakin suurin osa tukkeutumiseen johtaneista syistä on juuri valssauksesta peräisin olevasta hilseestä sekä liian suuresta kalkin määrästä lietteen kuivausprosessissa.

5.4 Kalkkimaidon tulon varmistaminen prosessiin

Kalkkimaidon tulon turvaaminen syöttösäiliölle ja sitä kautta suotonauhapuristimelle on yksi avaintekijä, jotta suotonauhat saadaan toimimaan luotettavasti ja pitkäkestoisesti. Kalkin ominaisuudet estävät öljyjen ja rasvojen kiinnittymisen jatkokäsittelyssä erilaisiin pintoihin mutta kalkin määrä on oltava sopiva suhteessa syötettyyn lietteen määrään. Ongelmana on ollut

kalkkisiilon kartion kalkin holviintuminen ja siitä on seurannut, että kalkkia ei ole tullut ollenkaan kalkkimaidon valmistussäiliöön. Kalkin liiallinen määrä lietteen kuivauksessa voi johtaa kalkin määrän nousemiseen niin sanotussa puhtaassa prosessiin menevässä vedessä, ja siitä seuraa paikkojen tukkeutumista muualla prosessissa esimerkiksi suuttimissa ja venttiileissä.

5.4.1 Värähtelevä fluidipurkain

Riittämättömään kalkinsyöttöön ruuvikuljettimelle on yleensä syynä niin sanottu jauhemaisen aineen holviintuminen, siinä jauhemainen aine jää kartion reunoille, mutta valuu alas, mistä nimitys holviintuminen. Tämä ilmiö tulee yleensä, kun siilossa on vähän ainetta, esimerkiksi kalkkia tai muuta hienojakoista ainetta. Värähtelevällä fluidipurkaimella (kuva 17), voidaan auttaa kalkki liikkeelle, jolloin saadaan tarvittavat syöttömäärät jatkokäsittelyyn.



KUVA 17. Siilon kartioon asennettu värähtelevä fluidipurkain (14.)

Värähtelevä fluidipurkain on suunniteltu kuohkeuttamaan sekä antamaan kevyt värähtely hienojen ja raemaisten aineiden holviintumisen estämiseksi sekä vähentämiseksi. Siilon sisäpuolelle tuleva tutti on valmistettu elastisesta elintarvikesilikonista, eikä se kuluta siilon pintaa. Takaiskuventtiiliä ei tarvita, koska värähtelyyn tarvittava ilmanpaine on 2 - 6 bar:n välillä. Ilmanpainetta säätämällä voidaan vaikuttaa värähtelyn voimakkuuteen. Paineilma puhalletaan siiloon, tässä tapauksessa varastoituu kalkkiin silikonisen helman ja siilokartion seinän välistä. (14.)

Neljä fluidituttia suositellaan asennettavaksi 300 millimetriä siilon pohjasta korkeussuunnassa mitattuna kaksi kappaletta vastakkain ja seuraavat kuudensadan millimetrin korkeudelle vastakkain, käännettynä alempiin fluideihin verrattuna yhdeksänkymmentä astetta. Fluiditäryttimet ovat asennettuna yhdeksänkymmenasteen välein, mutta kaksi kappaletta asennetaan eri korkeudelle. (15.)

5.4.2 Kalkkimaitopitoisuus

Kalkkimaito valmistetaan kokemusperäisesti kalkkimaidon valmistussäiliöön, joka nähdään kuvasta 18. Tällä hetkellä kalkkimaidon valmistussäiliön pinta elää 68 % - 91 % välillä, kun pinta saavuttaa alarajan eli 68 %, avataan vesihana ja kalkin annosteluruuvi. Kalkin annosteluruuvi pysähtyy kun pinta saavuttaa niin sanotun keskirajan 80 %, veden tulo lakkaa kun pinta saavuttaa 91 % tason. Kalkin annosteluruuvien ajallinen käyntiaika on noin 4,5 minuuttia kerrallaan. Tästä voimme laskea suuntaa antavan kalkkimäärän, joka sekoitetaan veteen kerrallaan suhteutettuna kalkinannosteluruuvien maksimi syöttömäärään, joka on 150 kg/h. Kalkin laskennallinen annostelumäärä on likimain 11 kg kerrallaan. Valmistussäiliö on 1 m³ suuruinen (kuva 18), jolloin veden syöttömäärä on suunnilleen 230 litraa kerrallaan. (16.)

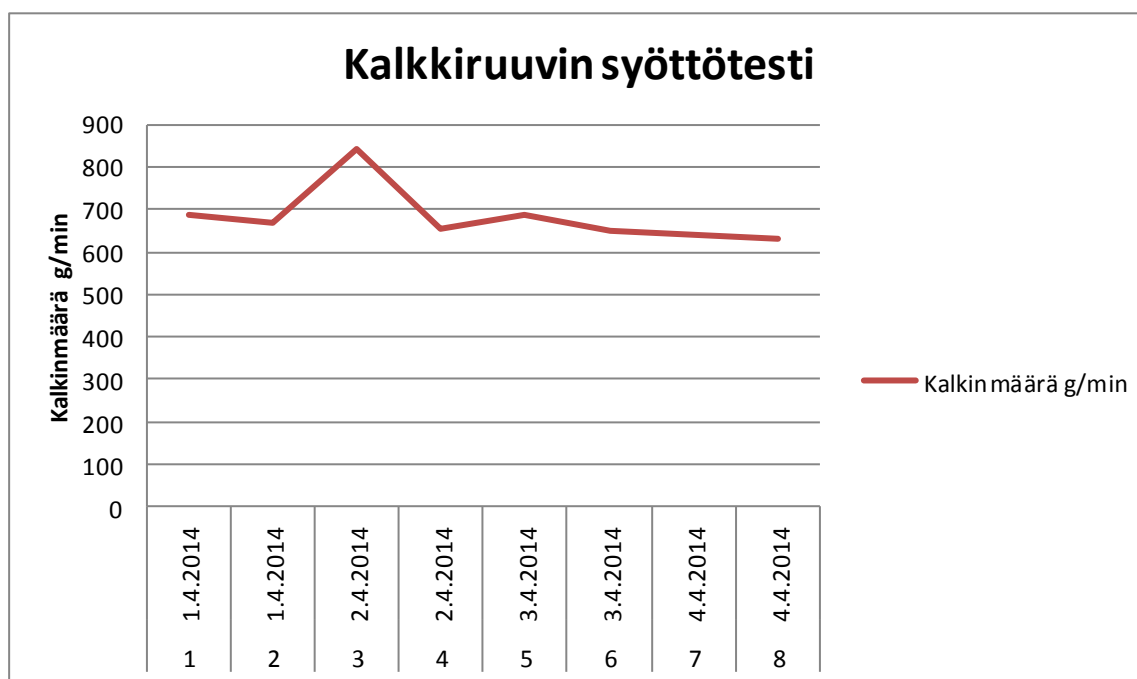


KUVA 18. Kalkkisiilo ja kalkkimaidon valmistussäiliö

Kalkkimaidonpitoisuudelle lietteen syöttösäiliöllä ei ole erillistä mittausta. Kalkkimaito annostellaan letkupumpulla. Pumpun tehosta käytetään 30 % jatkuvalla syötöllä, riippumatta monellako pumpulla lietettä pumpataan. Ainoastaan lietteen pinnankorkeuden tullessa

syöttösäiliössä ylärajalle ohjaus pysäyttää kalkkimaitopumpun. Lietettä pumpataan maksimaalisella pumppausteholla syöttösäiliölle.

Kalkkiruuvien syöttömääriä testattiin neljä päivää kestäväällä testauksella. Testejä tehtiin jokaisena päivänä kaksi kappaletta peräkkäin ja ruuvia pyöritettiin noin 1 minuutin ajan. Testin tuloksilla haluttiin nähdä kuinka suuria mahdolliset ruuvisyötön vaihtelut ovat ja tulosten perusteella voidaan päätellä kuinka tasaista kalkinsyöttö on. Kuvasta 19 nähdään testitulokset.



KUVA 19. Kalkkiruuvien syöttökoe

Kuvasta 19 voidaan päätellä, että laskennallinen kalkinsyöttömäärä on harhaanjohtava. Kuvasta nähdään myös kuinka paljon kalkkia minuutin aikana keskimäärin siirtyy ruuvikuljettimen läpi kalkkimaitosäiliölle. Lyhyen otannan perusteella voidaan todeta, että kalkinsyöttö pysyy vakiona jos siilossa ei esiinny holviintumista. Yhden syöttöjakson aikana ruuvikuljettimella kuljetetun kalkin määrä on noin 3 kg. Lämpötilat vaihtelivat kyseisinä päivinä välillä $-0,1...-3,6$ °C ja ilmankosteuden vaihtelut olivat 77 - 83 % välillä. Näytteet on otettu aamupäivällä. Kalkinsyöttöä erityisesti kosteina ja suurien lämpötila vaihteluiden aikana kannattaa seurata tarkasti. Kalkkiruuvien pyörimisaikaa muuttamalla voidaan aikaperusteisesti lisätä kalkkimaidon kalkkipitoisuutta, jos tarvetta ilmenee.

5.5 Toimintavarmuuden varmistaminen ja seuranta

Prosessin toimintavarmuuden mittaukseen on mahdotonta nimetä yhtä ainoaa mittaustapaa tai suuretta. Prosessin tehokkuuden mittaamisessa tulee ottaa huomioon kokonaisuus ja arvioida monia eri prosessin kohtia. Tällä hetkellä lietteen kuivauksessa mitataan suotonauhapuristimen tuotettuja tonneja viikossa, mikä ei välttämättä anna täysin oikeaa kuvaa prosessin toiminnasta. Suotonauhojen tukkeutumisen johdosta kuivatun lietteen sekaan voi päästä suuriakin määriä vettä, joka vääristää ajoittain jonkin verran punnitustuloksia. Painojen seuraaminen antaa kuitenkin hyvän kuvan kuivatun kiintoaineen määrästä.

Viikoittain otetaan myös TerOI-analyysi kuivatusta lietteestä, joka analysoidaan laboratoriossa. Tästä analyysistä nähdään kuivatun lietteen kosteusprosentti sekä tervan ja öljyn osuus. Mielestäni kannattaa aloittaa TerOI-näytteiden ottaminen sakeuttimien alitteista esimerkiksi kahden viikon välein, jolloin voidaan pidemmällä aikavälillä saada jonkinlainen trendi näkyville, miten öljyn ja tervan määrä muuttuu sekä pystytään tarpeen mukaan reagoimaan muuttuneeseen tilanteeseen.

Vesimiesten tehtäviin kuuluu jokaisen vuoron aikana tarkkailla koneiden toimintaa, niiden tuottokykyä ja ilmoittaa mahdolliset poikkeamat vuorotyönjohtoon tai suoraan kunnossapitohenkilöstölle. Kalkkimaidon oikeanlainen kalkkipitoisuus on avaintekijä prosessin pitkäaikaisen häiriöttömän tuotannon varmistamisessa. Kalkkimaidon liian suuri kalkkipitoisuus voi aiheuttaa nauhavalssaamon muihin prosesseihin ongelmia, koska liika kalkki jatkaa suotovesien mukana selkeyttäjiille ja sieltä ylitevesien mukana eteenpäin. Kalkkipitoisuuksien mittaaminen ja seuranta esimerkiksi selkeyttäjiältä yhdessä kalkkimaitopitoisuuden ohjaamiseen suotonauhapuristimelle on mielestäni tärkeää, jotta varmistutaan oikeasta kalkkipitoisuudesta, josta ei ole muualla nauhavalssaamon prosesseihin haittavaikutuksia.

6 SUOSITUKSET JA JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Työn tuloksina saatiin suosituksia ja ehdotuksia suotonauhapuristimen toiminnan parantamiseksi. Työn tulosten arvioiminen kestää pitkään, koska prosessiparametrien säätämisestä aiheutuvat muutokset nähdään vasta pitkällä aikavälillä. Jatkokehityskohteina syntyi mahdollisia seuraavia insinööriyön aiheita tai prosessin kehityskohteita Ruukin henkilöstön kehitettäväksi.

6.1 Suotonauhojen testaus ja vertailu

Testiajot suunniteltiin ajettaviksi peräkkäin samanlaisilla suotonauhoilla, jotta nähdään niin sanotusti pidemmän aikavälin tulokset kyseisen suotonauhan osalta. Tärkeänä asiana vertailtavuuden lisäämiseksi pidettiin myös mahdollisimman tasalaatuisen prosessin varmistaminen. Parhaimman suotonauhan valinnassa kannattaa painottaa muun muassa suotonauhojen suodatustehoa, nauhan kestoikää sekä tärkeänä asiana otettava huomioon myös vesimiesten mielipiteet ja kokemukset laitteen toiminnasta.

6.1.1 Testaussuunnitelma

Asennetaan uudet testaukseen tulevat suotonauhat kahden samanlaisen kankaan jaksoissa. Testattavat kankaat asennetaan prosessin vakioimisen jälkeen seuraavasti:

1. kangastyyppi S2106-L1 ilmanläpäisy $2,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$
2. kangastyyppi S2106-L1 ilmanläpäisy $2,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$
3. kangastyyppi S2104-L1K3 ilmanläpäisy $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$
4. kangastyyppi S2104-L1K3 ilmanläpäisy $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$
5. kangastyyppi S2104-L1 ilmanläpäisy $15 \text{ m}^3/\text{m}^2$
6. kangastyyppi S2104-L1 ilmanläpäisy $15 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Nykyisin käytössä olevan kankaan S2106-L1 (ilmanläpäisy $2,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$) testaus ei ole välttämätöntä, mutta on hyvä testata samanlaisilla prosessin ajotavoilla, myös tämä kangastyyppi, jotta voimme luotettavammin verrata kankaita toisiinsa. Kangas vaihdetaan uuteen kun suodatuskyky on oleellisesti heikentynyt. Tässä on käytön ja kunnossapidon työntekijöillä suuri vastuu, jotta vertailtavuus olisi mahdollisimman samanlainen.

6.1.2 Suotonauhan valinta

Suotonauhan loppupäätelmissä tulee ottaa huomioon ainakin seuraavat asiat. Kiintoaineen poistokyky eli tuotetun kuivalietteen määrien seuranta. Suotonauhapuristimen puristus lukumäärien seuranta. Ylitteiden ja alitteiden kiintoainemäärien seuranta visuaalisesti sekä näytteiden avulla. Nauhan kestoiällä voidaan kunnossapidollisia kustannuksia vähentää merkittävästi, joten tämä on mielestäni tärkein yksittäinen mittari kun arvioidaan paremmuutta.

Visuaalinen tarkastelu on tärkeää. Puristusvedet menevät vesilaitoksen lattialla olevaan kanaaliin, josta ilmenee hyvin, kun kiintoaineiden poistokyky heikentynyt. Kiintoaineen poistokyvyn heikentyessä alkaa kanaaliin kertyä kiintoainetta. Kiintoainenäytteillä olisi hyvä seurata suodatusveden kiintoainemääriä esimerkiksi takaisin selkeyttäjiille menevästä vedestä.

6.2 Kalkkimaidon ohjaus ja valmistaminen

Kalkkimaidon tulon ohjaus ja varmistaminen syöttösäiliölle tulee olla helposti muutettavissa. Työn aikana onnistuttiin saamaan tuloksia, joiden pohjalta voidaan säätää prosessia luotettavammin. Kalkin automaattista syöttöä suhteessa sakeuttimilta tulevan alitteen määrään tulisi kehittää. Työssä suositellaan helpointa mahdollista tapaa muuttaa prosessia, koska virtausmittauksia ei juuri ole tällä hetkellä olemassa.

6.2.1 Kalkkimaito- ja alitteensyötön ohjaus

Kalkkimaidon ohjaus syöttösäiliöön toteutetaan automaatiota muuttamalla nauhavalssaamon sähköosaston toimesta. Kalkkimaidon suhde alitepumpppujen tuottoihin on helpoin ja nopein tapa saattaa ohjaus parempaan muotoon. Alitteita pumpataan yhteensä kolmella eri alitepumpulla, joista yksi pumppu kuuluu terässulaton sakeuttimelta pumpattavalle alitteelle. Kalkkimaitoa pumpataan kahdella erillisellä pumpulla, joista myös toinen pumppu kuuluu terässulaton prosessiin.

Alitepumput käyvät täydellä 100 %:n teholla ja kalkkimaitopumppu tällä hetkellä 30 %:n teholla molempien alitepumpppujen ollessa käynnissä. Ehdotetaan, että alitepumpppujen tuotot pidetään maksimaalisessa tehossa ja säädetään kalkkimaitopumpun perusteella kalkkimaitosuhdetta syöttösäiliössä. Terässulaton alitteen suuremman TerOl-pitoisuuden johdosta pidetään heidän

kalkkimaitopumppu sekä alitepumppu erillisinä ohjausyksikköinä, jotta sulaton alitteen suhdetta kalkkimaitoon on helpompi ohjata.

Nauhavalssaamon alite syötetään syöttösäiliöön kahdella letkupumpulla ja kalkkimaidon tulo tulee olla pumppujen käynteihin perustuva. Automaationohjausta muutettiin työn aikana seuraavasti. Kun molemmat alitepumput pumpaavat alitetta, kalkkimaitopumpun tuotto on 40 %. Kun toinen pumppu lakkaa pumppaamasta, lasketaan kalkkimaitopumpun tuottoa 30 %:iin, ja kun molemmat alitepumput lakkaavat pumppaamasta lopettaa myös kalkkimaitopumppu pumppaamisen. Alitteen syöttösäiliön yläraja 85 % pysäyttää alite- ja kalkkimaitopumppujen käynnin kokonaan. Terässulatolta pumpataan alitevettä tällä hetkellä 10 minuuttia kerrallaan ja pumppu on pysähdyksissä 35 minuuttia, kunnes taas aloittaa pumppaamisen. Kalkkimaitoa pumpataan 30 % teholla kun alitevettä pumpataan terässulaton sakeuttimelta.

Kalkkimaitopumpun syöttöarvot tulevat kokeilemalla ja käytännön kokemuksella saattaa oikeiksi. Kokemusten kertyessä alitevesien sekä kalkkimaidon pumppauksen vaikutusten eroista, kannattaa pumppaustehoja muuttaa tarpeen mukaan.

6.2.2 Kalkkimaidon valmistaminen ja seuranta

Kalkkimaitopitoisuutta voidaan luotettavasti ohjata syöttöruuvien käyntiajan perusteella. Kalkkia syötetään valmistussäiliöön tällä hetkellä noin 4,5 minuutin ajan, joka vastaa noin 3 kiloa kalkkia. Vettä syötetään pinnankorkeuksien 68 – 91 % välinen aika, jolloin vettä yhden kuution säiliöön menee noin 230 litraa. Myöhemmin suosittelen vakioimaan pumppujen käynnit ja siirtymään pitoisuuden ohjaukseen kalkkiruuvien syöttöaikoja muuttamalla.

6.3 Öljyn ja rasvan poistaminen

Öljyn ja rasvan poistaminen ja poistetun määrän tarkka mittaaminen on haastava tehtävä. Tällä hetkellä rasva ja öljy poistetaan letkuöljykeräimellä mikä on tehokas tapa poistaa rasvaa. Kuinka paljon öljyä ja rasvaa poistuu sakeuttimesta kyseisen toimenpiteen johdosta, olisi hyvä todentaa Terol-näytteen avulla Ruukin tutkimuskeskuksen kemian laboratoriossa. Kyseisellä mittauksella päästäisiin käsitykseen kuinka tehokas letkuöljykeräin oikeasti on.

TerOI-näytteitä on hyvä ottaa useammasta paikasta kun öljyn ja rasvan poistoa tehostetaan. Kyseisellä toimenpiteellä nähdään kuinka paljon missäkin prosessin eri vaiheessa saadaan poistettua aineita. Öljyjen ja rasvojen poistaminen jo ennen suotonauhapuristinta laskee häiriöiden riskiä merkittävästi lietteenkuivauksessa, muun muassa suotonauhojen tukkeutumista.

6.4 Lisäkapasiteetin tarve

Lisäkapasiteetin tarve vesilaitoksen lietteenkuivauksessa on mielestäni vähäinen. Suotonauhapuristimelle tulevan lietteen määrästä voidaan päätellä, että nykyinen kuivausprosessi riittää tällä hetkellä. Syöttösäiliön alkaessa toistuvasti olemaan ylärajalla, tarvitaan toinen suotonauhapuristin tai prosessin muuta säätämistä. Suotonauhapuristin ennättää puristaa ja kuivata nykyiset lietteiden määrät hyvin.

6.5 Jatkokehitysmahdollisuudet

Työn aikana löytyi vesilaitoksen alueelta useita jatkokehityskohteita. Kehityskohteet voisivat sopia esimerkiksi uusiksi insinööriyön aiheiksi tai Ruukin omiksi kehitystöiksi.

6.5.1 Prosessin mittaaminen

Kalsiumoksidi ja kalsiumhydroksidi eli sammutettu kalkki ovat hyvin vahvoja emäksiä ja ne liukenevat vesien pH:sta riippumatta. Ennen mainituilla tuotteilla jätevesien pH:ta voidaan helposti säätää halutuille pH:n arvoille. Kemialliset reaktiot ovat hyvin nopeita, joten pH:n signaaleja voidaan käyttää annostelun ohjaamiseen. (16.)

Kalkkimaidon kalkkipitoisuuden säätäminen voisi perustua pH:n mittaukseen. Lisättäessä kalkkia pH:n arvo nousee, minkä perusteella voitaisiin mahdollisesti säätää kalkin ja veden oikea suhde. pH:n mitattu arvo annettaisiin esimerkiksi automaatiolle, josta se käsky välitettäisiin kalkin syöttöruuville, joka ohjataan pyörimään tai pysymään pidempi aikaisesti pysähdyksissä.

pH:n arvoa mittaamalla voitaisiin ohjata myös fluiditäryntä. Kalkkimaitopitoisuuden laskiessa pH:n avulla pystytään ohjaamaan magneettiventtiiliä, joka saattaisi fluiditäryttimet toimintaan ja pitoisuus lähtisi taas nousemaan. Pitoisuuden laskiessa todennäköisin syy on kalkin tulon estyminen, jolloin oheisella ohjauksella saataisiin kalkinsyötön estyminen poistettua.

On olemassa erilaisia mittalaitteita pH:n mittaukseen, joita voitaisiin kyseisessä prosessi käyttää. Kyseisestä pH:n arvosta olisi hyötyä vesimiesten työhön pelkästään jos pH:n arvon saisi vesimiehen päätteelle. On myös muita vaihtoehtoja pitoisuuden mittaukseen esimerkkinä sameuden mittaus. Mielestäni kyseinen toimenpide kannattaa, jollain aikataululla toteuttaa tai ainakin tutkia kannattavuus perusteellisesti.

6.5.2 Virtausmittausten lisääminen

Virtausmittareiden määrää kannattaa lisätä ja tutkia onko markkinoilla mahdollisesti jo mittareita, joita voidaan luotettavasti käyttää ennen mainituissa prosesseissa. Prosessia pystyttäisiin luotettavammin ja tarkemmin ohjaamaan alitteiden virtausmäärien mukaan.

6.5.3 Suotopatjasakeuttimen toiminta

Nauhavalssaamon vesilaitoksen sakeutin, on alunperin suunniteltu suotopatjasakeuttimeksi. Mutta, jossain vaiheessa toimintaperiaate on muutettu pelkästään alitteen flokkulanteilla laskeuttavaksi sakeuttimeksi. Vaikka tällä hetkellä ylitevesien kiintoainepitoisuudet ovat kohtuudella hallinnassa, kannattaisi tutkia, miten sakeuttimen saattaminen alkuperäiseen toimintamalliin vaikuttaisi prosessiin ja kiintoaineen poistoon. Todennäköisesti kiintoaineen poistokyky jonkin verran paranisi verrattuna nykytilanteeseen ja tarvittavien laskeutusaineiden menekki vähenisi.

6.5.4 Suodatinmaton peseminen

Suodatinmaton pesemistä kannattaisi tutkia kokeilemalla erilaisia liuottimia. Pesemällä suodatuskankaan sen ollessa loppuvaiheessa voitaisiin mahdollisesti saada jatkettua jonkin verran kankaan käyttöikää. On olemassa erilaisia rasvanpoistoliuottimia ja pesuaineita, jotka saattaisi auttaa tukkeutumisen ollessa käynnissä. Liuottimien testijakso kannattaa toteuttaa, jonkin tavarantoimittajan kanssa yhteistyössä.

7 YHTEENVETO

Suotonauhapuristimen lietteen käsittelyyn vaikuttavat monet eri tekijät. Työn tarkoituksena oli selvittää suotonauhapuristimen suorituskky ja siihen vaikuttavia asioita sekä pidentää suotonauhojen vaihtoväliä.

Työn tärkeimmäksi tutkimus- ja kehityssuunnaksi muodostui lietteen tasalaatuisemman syötön sekä kalkkimaidon tulon turvaaminen. Työn aikana muutettiin lietteensyötön automaatiota, jolloin ohjaus on toteutettu pumppujen käyntien perusteella. Tukkeutuneista suotonauhoista pyrittiin näytteiden avulla tutkimaan myös tukkeutumista aiheuttavat aineet. Tulosten perusteella tukkeuttava alkuaine on pääosin rauta, noin 70 %. Työn aikana tehtiin suunnitelma suotonauhojen testaukselle sekä paremmuuden mittaukselle. Suotonauhojen testaukset alkoivat työn aikana ja tulevat kestämaan pidempään kuin tämän insinööryön tekeminen. Kalkin purkamisen parantaminen fluidisaattoreilla otetaan käyttöön kesän 2014 huoltoseisokissa.

Ohjausmuutosten jälkeenkin tervan ja öljyn osuus vaihtelee terässulatolta tulevassa alitevedessä. Tätä tulee pidemmällä aika välillä seurata, tasoittuvatko vaihtelut paremmin hallittaviksi. Käyttökokemusten karttuessa fluidisaattoreista suosittelen liittämään ohjauksen prosessiautomaatioon. Toisen suotonauhapuristimen hankinta ei ole tarpeellinen. Nykyisillä alitteensyötön määrillä käytössä olevan suotonauhapuristimen kapasiteetti on riittävä.

Lietteen käsittelyn parantaminen ja tulosten tarkastelu vaativat pidemmän tarkastelujakson, jotta tuloksista saadaan luotettavampia. Työn, sekä tulosten perusteella on hyvä jatkaa prosessin edelleen kehitystä.

LÄHTEET

1. Ruukki lyhyesti. 2014. Intranet. Ruukki Metals Oy. Hakupäivä 17.2.2014.
2. Raahen tehtaan prosessikaaviot. 2014. Intranet. Ruukki Metals Oy. Hakupäivä 5.3.2014.
3. Strategia. 2014. Ruukki Metals Oy. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Strategia>. Hakupäivä 5.3.2014.
4. Nauhavalssaamon tuotanto. 2014. (pps). Ruukki Metals Oy, Raahen tehdas.
5. Vesijärjestelmän toiminnankuvaus. 2005. Kuumanauhavalssaamo. Ruukki Metals Oy, Raahen tehdas. 22.7.2005
6. Lohiniva, Elina – Mäkinen, Tuula - Sipilä, Kai. 2001. Lietteiden käsittely: Uudet ja käytössä olevat tekniikat. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT.
7. RIL 124-2. 2004. Vesihuolto 2. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Vammalan kirjapaino.
8. Käyttö- ja huolto-ohjekansio. Ruukki Metals Oy. 1997. Larox.
9. Ala-Mattila, Jukka. 2014. Sähköasentaja. Ruukki Metals Oy. Keskustelu 1.4.2014.
10. Filppula, Antti. 2014. Technical sales representative. Nalco Oy. Palaveri 18.2.2014.
11. Ruukki Metals Oy. 2014 Intranet. Laboratorion työohje 6215461. Hakupäivä 6.3.2014.
12. Ruukki Metals Oy. 2014 Intranet. Laboratorion työohje 62513008. Hakupäivä 6.3.2014.
13. Nordfors, Rauno. 2014. Product sales manager. Valmet Fabrics Oy. Palaveri ja esitteet 13.3.2014
14. Värähtelevät fluidipurkaimet. 2014. Wam Finland Oy. Saatavissa: <http://www.wamfinland.fi/>. Hakupäivä 28.3.2014.
15. Savela, Juha. 2014. Tmi Juha Savela. Keskustelu 18.3.2014.

16. Jätevesi. 2014. Nordkalk Oy. Saatavissa:
<http://www.nordkalk.com/default.asp?viewID=710>. Hakupäivä 15.4.2014.
17. Holappa, Markus. 2014. Kehitysinsinööri. Ruukki Metals Oy. Keskustelut kevään 2014 aikana.
18. Laboratorioraportti K3814. 2014. Valmet Fabrics Oy. 25.4.2014



MUISTIO

TU Kuv M.Holappa

06.02.2014

TUOMAS HAUKIPURON OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖTETOMUISTIO**Työn aihe**

Opinnäytetyön alustava otsikko on "Suotonauhapuristimen lietteen käsittelyn tehostaminen ja toimintavarmuuden parantaminen"

Työn kuvaus ja tavoitteet

Työssä on tarkoitus selvittää suotonauhapuristimen suorituskyky ja siihen vaikuttavat tekijät.

Työn tuloksena voidaan antaa suosituksia ja ehdotuksia korjaavista toimenpiteistä nykyisen tilanteen parantamiseksi. Työssä tulee pohtia ja etsiä ratkaisuja muun muassa:

- öljynerottamiseen sakeuttimessa
- suotonauhapuristimen suorituskyvyn seurantaan (jatkuva mittari -> kup-tarve)
- sulaton lietteen ja nauhavalssaamon lietteen erot eri tuotantotilanteissa
- kalkinannostelumäärä / periaate
- kalkkisaaliön puron parantaminen
- suotomaton materiaalin sopivuuteen
- toisen suotonauhapuristimen hankintaan (tarve ja taloudelliset perusteet)

Aikataulu

Työ on määrä valmistua 12.05.2014 mennessä. Työtä tehdään helmi- ja toukokuussa vuorotyönjohtajan tehtävän ohessa sekä maaliskuussa kuukausikorvauksella.

Työn ohjaus

Työn ohjaajana toimii Markus Holappa (050-315 9108) ja valvojana Harri Kaisto (p.040-844 3054).

Paikka ja aika
Raahe 06.02.2014

Tekijän allekirjoitus

Tilaaajan allekirjoitus